

TIEREXPERIMENTELLE QUANTITATIVE
MAGENMOTILITÄTSMESSUNGEN VOR UND NACH SPV
MITTELS DEHNUNGSMESSTREIFEN

Hermann Schuppe

1081

Aus der Chirurgischen Poliklinik der Universität München
(Direktor: Prof.Dr.F.Holle)

TIEREXPERIMENTELLE QUANTITATIVE
MAGENMOTILITÄTSMESSUNGEN VOR UND NACH SPV
MITTELS DEHNUNGSMESSTREIFEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Hermann Schuppe
aus München

1980

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter: Prof.Dr.med. W.Brückner

Mitberichterstatter: Prof.Dr.med. F.Holle

Dekan: Prof.Dr.med. W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 12. Feb. 1981



Meinen Eltern gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
I. EINLEITUNG	1
II. PHYSIOLOGIE DER MAGENMOTORIK	3
1. Aufgaben der Magenmotorik	3
2. Elektrische Korrelate der Magenmotorik	7
3. Arten der Magenmotorik	9
III. VORBEMERKUNGEN	13
1. Vagusanatomie des Hundes	13
2. Definitionen im Rahmen der SPV	16
IV. MATERIAL UND METHODE	17
1. Versuchstiere	17
2. Dehnungsmeßstreifen	17
3. Meßgeräte	19
4. Halsvaguselektroden	20
5. Reizgerät	20
6. Meßkurvenauswertung	22
7. Versuchsablauf der akuten Versuche	25
8. Versuchsablauf der chronischen Versuche	31
V. ERGEBNISSE	33
1. Ergebnisse der akuten Versuche	33
a. Ergebnisse der Stufen-SPVs	33
b. Ergebnisse der adäquaten SPVs	70
c. Zusammenfassung von Teilergebnissen der Stufen- und der adäquaten SPVs	77
2. Ergebnisse der chronischen Versuche	81
VI. DISKUSSION	93
VII. ZUSAMMENFASSUNG	104
VIII. LITERATURHINWEISE	106
IX. LEBENSLAUF	109

I. EINLEITUNG

Seit sich Naturwissenschaftler mit der Erforschung des Nervus vagus und seiner Beziehung zum Magen beschäftigen, stehen die beiden wesentlichen Funktionen dieses Nerven einerseits Steuerung der Magensekretion, andererseits Steuerung der Magenmotorik, im Vordergrund des Forschungsinteresses. Bereits in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts beobachteten Benjamin BRODIE (3) und Claude BERNARD (2) unabhängig voneinander, daß die Durchtrennung des Nervus vagus eine Verminderung der Magenmotilität und der Magensäureproduktion nachsichzieht.

DRAGSTEDT (12) war 1943 der erste, der die bis zu seiner Zeit gesammelten tierexperimentellen Erfahrungen und theoretischen Erkenntnisse klinisch verwertete, indem er die trunculäre Vagotomie als operative Behandlungsmaßnahme des Duodenalgeschwürs einsetzte. Trotz der anfänglichen Mißerfolge (hohe Rezidivquote, Magenatonie, Diarrhoe usw.) mit der trunculären Vagotomie, setzte sich die Idee der Vagotomie als Behandlungsmethode des Zwölffingerdarmgeschwürs über die selektiv gastrale Vagotomie (GRIFFITH, 14 und BURGE, 5) bis zur heutigen selektiv proximalen Vagotomie (HOLLE, 17) durch.

Immer noch stehen trotz intensiver, langjähriger Forschung der Nervus vagus und seine Funktionen im Mittelpunkt des

Interesses. Bisher lag der Schwerpunkt der Untersuchungen auf den Sekretionsstudien, wohingegen die Magenmotilität und damit die motorische Bedeutung des N. Latarjet nur in unbefriedigender Weise untersucht wurde.

Durch die bisher durchgeführten Sekretionsstudien wurde als wesentliche Ursache der Ulcus-duodeni-Genese die These der übermäßigen oder nicht zeitgerechten Magensäureproduktion erhärtet. Um die daraus resultierende Forderung nach einer adäquaten Säurereduktion zu erfüllen, muß weit in das distale Antrum vagotomiert werden, dies bedeutet jedoch Motilitätsverlust und Entleerungsverzögerung wie die klinische Erfahrung zeigt.

Das Ziel dieser tierexperimentellen Versuche war, mit Hilfe von Dehnungsmeßstreifen quantitativ die Veränderungen der Motilität, die die SPV am Magen verursacht, zu dokumentieren; außerdem, die Bedeutung des Grenzgebietes zwischen proximalem Grenzast (2) und distalem Grenzast (2') im Hinblick auf die Antrummotorik zu untersuchen, d.h. wie weit das Antrum von proximal nach distal denerviert werden kann, ohne einen völligen Motilitätsverlust zu erhalten.

II. PHYSIOLOGIE DER MAGENMOTORIK

1. Aufgaben der Magenmotorik

Der Magen ist ein Teil des Verdauungstraktes. Er hat neben sekretorischen Aufgaben, z.B. Bereitstellung von Pepsin und HCl, motorische Aufgaben. Nach CODE (9) sind drei spezifisch motorische Funktionen des Magens bekannt:

1. Nahrungsreservoir und gleichzeitige Anpassung an das Mageninhaltsvolumen,
2. Durchmischung des Nahrungsbreies,
3. Austreibung des Mageninhaltes.

ad 1: Der Magen muß in der Lage sein, den aus dem Oesophagus ankommenden Nahrungsbrei für eine unterschiedliche Zeit aufzunehmen, um optimale Voraussetzungen für die Verdauung der Nahrung zu schaffen. Damit er auch größere Nahrungsmengen ungestört aufnehmen kann, muß er sich dem veränderten Volumen anpassen, ohne seinen Mageninnendruck wesentlich zu erhöhen. Der Magen, vor allem Fundus und Corpus, ist dazu auch in der Lage. So kann der Magen aus nüchternem Zustand heraus, wobei die Magenwände dichtaneinander liegen, langsam ein bedeutendes Volumen aufnehmen, ohne seine Wandspannung wesentlich zu verändern. Die-

ses Verhalten des Magens wurde bereits 1911 von CANNON und LIEB (6) als sog. "rezeptive Relaxation der Magenwand" beschrieben. DEMLING (11) gibt an, daß der basale Magendruck dem intraabdominellen Wert von etwa 60 bis 90 mm H₂O entspricht. Dieser Druck steigt bei Aufnahme von 250 ml Flüssigkeit nur um ca. 25 mm H₂O an. "Wahrscheinlich spielen hier zwei Faktoren gemeinsam eine wichtige Rolle, so eine echte plastische Verlängerung der Muskelfasern und ein Auseinanderweichen des Muskel- und Bindegewebegefüges" (20). Auf jeden Fall haben langsame Dehnung und allmähliche Füllung des Magens keine Tonuszunahme zur Folge, der Magen paßt sich seinem Füllungszustand an.

ad 2 u. 3: Bei der Nahrungsaufnahme werden die einzelnen Portionen im Magen geschichtet. Die erste Portion bildet den Kern, die weiteren jeweils einen neuen Mantel. Ab einem kritischen Volumen, d.h. wenn die Dehnung der Magenwand durch die Nahrungsaufnahme einen bestimmten Grad erreicht hat, beginnt die Durchmischung, wobei die Durchmischung des Nahrungsbreies mit der Austreibung durch den Pylorus hindurch eng verknüpft ist. Bei- des geschieht durch rhythmische peristalti-

sche Wellen verschiedener Intensität sowie durch Zu- und Abnahme des Tonus der Magenwand (11).

Gastroskopisch und röntgenologisch erkennt man, daß die Peristaltik mit flachen Wellen im Corpusbereich beginnt, am proximalen Antrum kräftiger wird und dann tief ringförmig durchschnürend über den Pyloruskanal des Pfortners verläuft. Die Bedeutung der flachen Wellen im Magencorpus liegt in der Vermischung der jeweils außen liegenden Nahrungsvolumina mit dem Magensekret.

Durch die Endoskopie hat man erkannt, daß der Pylorus in der Regel einige Millimeter weit geöffnet ist und erst wenn er von einer peristaltischen Welle erreicht wird, sich rosettenförmig schließt. Da die dem Magenausgang zustrebende Schnürwelle immer enger wird, und der Pylorus selbst sich mit herannahender propulsiver Peristaltik mehr und mehr schließt, entleeren sich Nahrungspartikel von mehr als 1 cm Ø kaum in den rezeptiv erschlafften Bulbus duodeni. Sie prallen am Pfortner ab und gleiten wieder in das Corpus zurück. Der ganze Vorgang gleicht dem Hindurchpressen des

Mageninhalts durch eine immer enger werdende Düse mit immer höher werdendem Druck. Nach dem endgültigen Verschluß des Pylorus fließt nun der gegen den Pförtner vorgetriebene Mageninhalt wieder in das Antrum bzw. das Corpus zurück. Dies wurde von H.C. CARLSON und C.F. CODE als "Retropulsion" (8) bezeichnet. Dadurch wird der Chymus unter vorübergehend erhöhtem Druck durchmischt und homogenisiert.

2. Elektrische Korrelate der Magenmotorik

a. Allgemeine Bemerkungen zur glatten Muskulatur

Der Motor der Magenbewegungen ist die glatte Muskulatur des Magens mit seinen verschiedenen Schichten, die Längs- und Ringmuskulatur sowie den Fibrae obliquae. Innerhalb der Gesamtheit der glatten Magenmuskulatur stellt die nichtinnervierte glatte Muskelzelle die kleinste selbständig funktionierende Einheit dar. Der unmittelbare physiologische Reiz für die glatte Muskelzelle ist die Dehnung, so daß man die Muskelzelle geradezu als Dehnungsrezeptor bezeichnen könnte. Doch das nur mit Einschränkung, wenn man an die oben erwähnte "rezeptive Relaxation der Magenwand" denkt.

Die glatte Muskelzelle ist von einer Membran umgeben, an der das Ruhepotential entsteht. Durch Ionenverschiebungen in den intra- bzw. extrazellulären Raum kommt es zu Potentialänderungen, die beim Überschreiten einer kritischen Grenzschwelle zu Aktionspotentialen werden können. Das Aktionspotential greift auf die benachbarten Muskelzellen, die durch interzelluläre Brücken verbunden ein Syncytium bilden, über.

b. Elektrische Eigenschaften der Magenmuskulatur

Wenn man Elektroden in die verschiedenen Muskelschichten der Magenwand implantiert, mißt man regelmäßige, zyklisch ablaufende Potentialänderungen. Diese periodischen Potentialänderungen erhält man sowohl während einer ablaufenden Muskelkontraktion als auch in Zeiten peristaltischer Ruhe. Aufgrund dessen wurden diese elektrischen Erscheinungen als "basic electrical rhythm" (BER) (1) bezeichnet. Der BER besteht aus initialen Potentialschwankungen, die beim Menschen in einem ca. 20 s - Rhythmus wiederkehren, und den durch die initialen Potentialschwankungen des BER angestoßenen Sekundärpotentialen, den eigentlichen Aktionspotentialen. Die sog. initialen Potentialschwankungen sind immer vorhanden, es müssen keine Aktionspotentiale folgen, sie breiten sich unabhängig von der mechanischen Kontraktion aus. Unterhalb der Cardia entspringen die initialen Potentialschwankungen, ohne daß man dort ein anatomisches Substrat für Schrittmacherzellen hätte finden können (10). Der BER wandert in Richtung Pylorus mit einer Geschwindigkeit im terminalen Antrum des Hundes von 2 bis 4 cm/s. (8). Neben dem 20 s - Rhythmus der initialen Potentialschwankungen beim Menschen gibt es die Sekundärpotentiale, die gleichbedeutend mit den

Aktionspotentialen sind. Diese werden mit einer Latenzzeit bis zu 8 s von den Initialschwankungen angestoßen. Die geschilderte elektrische Aktivität der Magenmuskulatur hat enge Beziehungen zum Kontraktionsablauf. Das Aktionspotential geht mit einer Kontraktion der Muskulatur einher und breitet sich mit dieser nach caudal aus (8). So mißt man im Antrum von gesunden Menschen eine maximale Frequenz von drei Kontraktionen pro Minute (7,13), während die Frequenz bei Hunden 4 bis 5 Kontraktionen pro Minute beträgt (8,22).

3. Arten der Magenmotorik

Nach HIGHTOWER und CODE (16) unterscheidet man im Magen drei Motilitätsarten:

1. Typ I-Wellen (flache peristaltische Wellen)
2. Typ-II-Wellen (tief durchschnürende peristaltische Wellen)
3. Typ III-Wellen (Tonusänderungen größerer Magenabschnitte)

Diese Einteilung basiert auf Messungen mit kleinen wassergefüllten Ballons, mit deren Hilfe Druckschwankungen im Magen registriert werden. Diese Druckänderungen im Mageninnern sind der physikalische Ausdruck der motorischen Aktivität des Magens. Ein Nachteil

dieser Meßmethode besteht darin, daß der Meßfühler, in diesem Falle der Ballon, die Meßgröße, nämlich die Motilität, durch Dehnung der Magenwand beeinflusst.

Die Ergebnisse von HIGHTOWER und CODE aus dem Jahre 1950 lassen sich heute auch mit reinen Druckmethoden nachvollziehen. Dies geschieht mit den sog. "open-tip-Kathetern", bei denen die vordere Öffnung unbedeckt bleibt und das Lumen mit Wasser gefüllt ist. Der Druck im Magen wird über die Wassersäule auf ein außerhalb des Magens gelegenes Statham-Element übertragen (19).

ad 1 und 2: Nach einer Arbeitshypothese von CODE (9) ist der Ursprung der Kontraktionswellen nicht an einen bestimmten Magenabschnitt gebunden, sondern die Schrittmachertätigkeit kann zwischen Cardia und Antrum hin- und herwandern.

Der Unterschied in der Welle von Typ I und Typ II liegt in der Amplitude. Die Amplitude ist wiederum Ausdruck der durch die Kontraktion entwickelten Kraft. Die Amplitudenhöhe von Typ I überschreitet nie die Grenze von 50 mm H₂O, während die Amplitude von Typ II diesen Grenzwert übersteigt.

Die Dauer der Ausschläge beträgt jeweils nur einige Sekunden. Die Typ I-Wellen und die Typ II-Wellen überlagern sich nie. Den Typ I- und den Typ II-Wellen liegt ein elektrisches Phänomen zugrunde, nämlich das oben erwähnte Sekundärpotential, das wiederum von den initialen Potentialschwankungen angestoßen wird. Der bekannte 20 s - Rhythmus, von A.J. CARLSON (7) 1916 beschrieben, kehrt hier wieder, denn auch mit der Druckmeßmethode von HIGHTOWER und CODE wurde ein Frequenzmaximum von drei Kontraktionen pro Minute beim Menschen registriert. Messungen am Hund erbrachten dagegen 4 bis 5 Wellen pro Minute als höchste Frequenz (8,22). Dieser 20 s - Rhythmus der elektrischen Aktivität der glatten Magenmuskulatur deckt sich mit der hier gemessenen Kontraktionshäufigkeit.

ad 3: Bei dieser Art von Wellen hebt sich die Grundlinie der Kurve für die Dauer einer bis mehrerer Minuten von der Basis ab. Die Amplitudenhöhe beträgt im Durchschnitt etwa 25 bis 47 mm H₂O (13, 16). Diese Anhebung ist von Wellen des Typs I oder des Typs II überlagert.

Wohingegen Typ I und Typ II auf einer nach caudal fortwandernden peristaltischen Welle, die das Magenumen mehr oder weniger einengt, beruht, liegt dem Typ III nur eine lokale, ortsständige, evtl. einige Zentimeter ausgedehnte Tonuszunahme der Magenwand zugrunde. Diesem Wellentyp läßt sich kein elektrisches Phänomen wie bei Typ I und Typ II zuordnen.

III. VORBEMERKUNGEN

1. Vagusanatomie des Hundes

a. Extraabdomineller Verlauf des Nervus vagus

Der Nervus vagus verläßt die Schädelhöhle durch das Foramen jugulare und verläuft am Hals im Gefäßnervenstrang zwischen der Vena jugularis interna und der Arteria carotis interna bzw. communis an deren Hinterrand, ventral bedeckt vom Musculus sternocleidomastoideus, thorakalwärts. Durch die obere Thoraxapertur ziehen der rechte und der linke Nervus vagus in den Brusthöhlenraum ein. Im Bereich des Lungenhilus verlieren der rechte und der linke Vagusnerv immer mehr die Gestalt eines jeweils einheitlichen Nervenstranges. Sowohl der rechte als auch der linke Vagus splittern sich in dorsale und ventrale Äste auf, die innig miteinander anastomosieren. Etwas caudal dieser Verflechtung begibt sich der rechte Vagusnerv an die Dorsalseite des Oesophagus, während der linke Vagusnerv auf die Ventralseite des Oesophagus zu liegen kommt. Sowohl der dorsale als auch der ventrale Vagusstamm versorgt den Oesophagus mit Ästen, bevor sie durch das Zwerchfell am Hiatus oesophageus ziehen.

b. Verteilung der Pars abdominalis nervi vagi ventralis

Nachdem der ventrale Vagus die Bauchhöhle erreicht hat, wird er auf einer kurzen Strecke zum Plexus gastricus anterior. Aus diesem Geflecht werden über den Ramus hepaticus anterior die Leber, die Gallenblase und die Gallenwege versorgt. Außerdem gibt der Plexus gastricus anterior einen Ramus pyloricus entlang der Arteria gastrica dextra zum Pylorus und einen Ramus pancreaticus zum Pancreas ab. Entlang der kleinen Curvatur nach caudal laufen, ebenfalls vom Plexus gastricus anterior ausgehend, der motorische Nervus antralis und die sekretorischen Rami gastrici anteriores, die das Corpus-Fundusgebiet versorgen. Der Nervus antralis wiederum endet am Antrum als sog. "Crowfoot" . Die Endäste des Nervus antralis strahlen dort fächerförmig in das Antrum zwischen dem ventro-caudalen proximalen (2) und dem ventro-caudalen distalen Grenzast (2') (HOLLE) (Abb.2) ein. Die Anzahl dieser ventralen Endaufzweigungen ist nach eigenen Beobachtungen sehr unterschiedlich. Wir zählten makroskopisch bis zu fünf Endäste des Nervus antralis.

c. Verteilung der Pars abdominalis nervi vagi dorsalis

Der dorsale Nervus vagus teilt sich am cranialen Ende der kleinen Curvatur auf. Der größte Teil

der Fasern zieht zum Plexus coelicaus, von dem aus dann ein Teil die Leber, die Gallenwege und, wahrscheinlich wie beim Menschen, den gesamten Intestinaltrakt bis zum Cannon-Böhm'schen Punkt, d.h. bis zur linken Colonflexur, versorgt. Die zweite Portion des dorsalen Nervus vagus bildet die Rami gastrici posteriores für das dorsale Corpus-Fundusgebiet und den Nervus antralis dorsalis, der meistens nur mit einem oder zwei Endästen im Gebiet des dorsalen Antrums inseriert. Dem entspricht nach HOLLE der dorso-caudale Grenzast (3) (Abb.2).

2. Definitionen im Rahmen der SPV

- a. Stufenvagotomie: Die aufeinanderfolgende, von
proximal nach distal fortschrei-
tende, einzelne Durchtrennung der
Endaufzweigungen des N. antralis.
- b. Punkt (2): ventro-caudaler proximaler
Grenzast (18)
- c. Punkt (2'): ventro-caudaler distaler
Grenzast (18)
- d. Punkt (3): dorso-caudaler Grenzast (18)
- e. inadäquate Vagotomie:
Präparation bis zum Eintritts-
punkt des ventro-caudalen proxi-
malen Grenzastes (2) und des
dorsalen-caudalen Grenzastes (3)
nach HOLLE (18)
- f. adäquate Vagotomie:
Durchtrennung des ventro-caudalen
proximalen Grenzastes (2) und
Fortsetzung der Denervierung bis
unmittelbar an die Eintrittspunk-
te des ventro-caudalen distalen
Grenzastes (2') und des dorsalen
Grenzastes (3) nach HOLLE (18).

IV. MATERIAL UND METHODE

1. Versuchstiere (a)

Die Versuche wurden im Laufe des Jahres 1977 an 21 Schäferhundbastarden mit einem Gewicht zwischen 18 und 25 kg durchgeführt. Es waren gegen Staupe, Tollwut, Hepatitis und Leptospirose geimpfte Hunde beiderlei Geschlechts, in bestem gesundheitlichen Zustand.

2. Dehnungsmeßstreifen (DMS) (b)

a. Allgemeines zur Problematik der Motilitätsmessungen

Alle experimentellen Meßmethoden, mit denen bisher versucht wurde, eine quantitative Aussage über die Magenmotilität zu machen, waren bisher sehr unbefriedigend. Einerseits werden Meßverfahren angewandt, die keine quantitativ auswertbaren Ergebnisse erzielen (Röntgen, Ultraschall, visuelle Beobachtung), andererseits üben andere Meßtechniken einen unzulässig großen Einfluß auf das zu untersuchende Organ aus (Ballonsonden, Szintigraphie, offene Katheter). Erst durch die Technik der DMS hat man eine Meßmethode an der Hand, die es erlaubt, sowohl quantitativ reproduzierbare Ergebnisse zu erstellen, als auch einen relativ geringen Einfluß auf die Versuchsbedingungen zu nehmen.

b. Beschreibung der DMS

Die DMS (Fa.E.Weißhaar, Elektronik, München) besitzen die Eigenschaften von stromdurchflossenen Metalleitern, unter mechanischer Belastung (z.B. Dehnung) ihren elektrischen Widerstand zu ändern. Die Widerstandsänderung wird in ein elektrisches Signal umgewandelt, das über einen Verstärker auf einem Schreiber registriert wird. Der DMS selbst ist eine Folie (18 mm / 3 mm), die auf einen Träger (Aluminiumblech) aufgeklebt und zum Schutz mit einem Silikonfilm überzogen wird. Die 4 Ecken des rechteckigen Aluminiumplättchens sind perforiert, um diesen DMS-Träger auf die Magenwand aufnähen zu können.

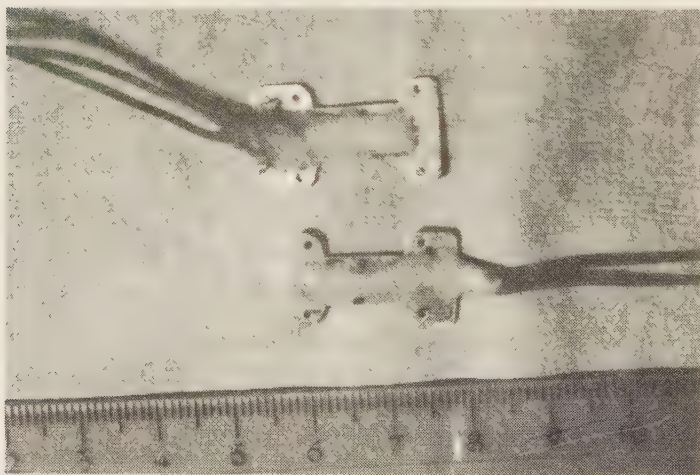


Abb.1: Dehnungsmeßstreifen

3. Meßgeräte

a. DMS-Verstärkerbrücke (c)

DMS-Verstärker SKF 7000, Type 7023, der Firma Kontron Elektronik GmbH., 8031 Eching. Dieser Verstärker wandelt die Widerstandsänderung des DMS in ein elektrisches Signal um, das in ein Registriergerät gegeben wird, dem Einkanalschreiber.

Standardbedingungen, gültig für alle Versuche:

Empfindlichkeit der DMS-Brücke 0,35

b. Einkanalschreiber (d)

Der Einkanalschreiber "Omni Scribe Recorder, Houston Instrument", Modell 5110-1, der Firma Kontron Elektronik, wandelt das vom Verstärker erhaltene elektrische Eingangssignal in fortlaufend aufgezeichnete zweidimensionale Meßkurven um.

Standardbedingungen, gültig für alle Versuche:

1. Schreiberempfindlichkeit 0,1 Volt = Vollausschlag

2. Registriergeschwindigkeit 5 cm/min

4. Halsvaguselektroden (e)

Wir verwandten Hülselektroden verschiedener Größe, die uns dankenswerterweise das Neurophysiologische Institut der Universität München anfertigte (Länge ca. 10 mm, $\varnothing$ ca. 3 mm). Diese röhrenförmigen Elektroden bestehen aus einem kleinen Silikonrohr mit zwei eingeschweißten Metallringen, die über ein Kabel mit dem Reizgerät in Verbindung stehen.

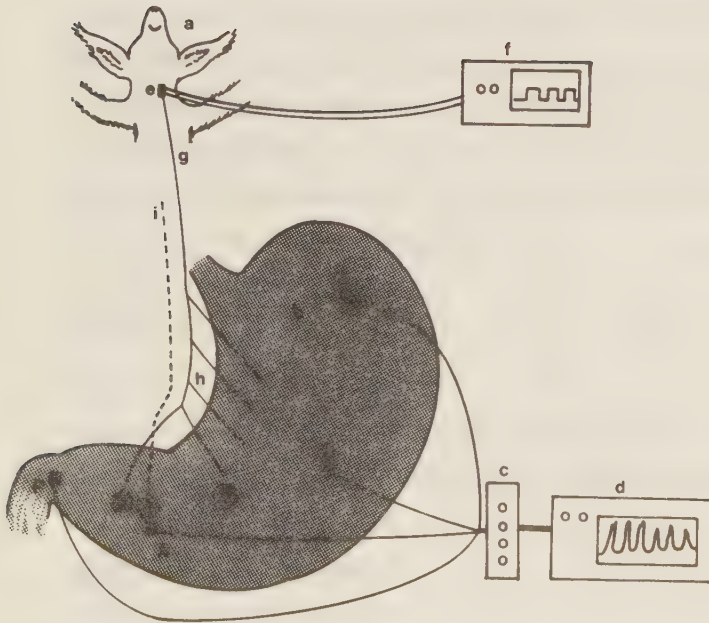
5. Reizgerät (f)

Als Impulsgeber bedienten wir uns eines Reizgerätes der Firma Tönnis, Freiburg, dem "Physioscop TR". Dieses Gerät erlaubte es uns, Frequenz, Reizform, Impulsbreite, Reizstärke und Reizdauer beliebig zu variieren. Zu Beginn der Versuchsreihe veränderten wir die verschiedenen Parameter beliebig, bis wir empirisch die für unsere Aufgabenstellung optimalen Bedingungen fanden; diese wurden unsere Standardbedingungen, gültig für alle Versuche.

Standardbedingungen, gültig für alle Versuche:

1. Reizfrequenz: 10/min
2. Impulsbreite: 1 msec
3. Reizform: Rechteckreiz
4. Reizstärke: 100 mV
5. Reizdauer: variabel

Abb.2: Versuchsanordnung



Legende:

- a. Versuchshund/ b. P= DMS P am Pylorus; A= DMS A am Antrum
 G= DMS G am Grenzgebiet zwischen Antrum und Corpus; C= DMS
 C am Corpus/ c. DMS-Verstärkerbrücke/ d. Einkanalschreiber/
 f. Reizgerät/ e. Halsvaguselektrode/ g. Nervus vagus sinister/
 h. Nervus antralis ventralis/ i. Nervus antralis dorsalis/
 (2) Eintritt des ventro-caudalen proximalen Grenzastes/
 (2') Eintritt des ventro-caudalen distalen Grenzastes/
 (3) Eintritt des dorso-caudalen Grenzastes

6. Meßkurvenauswertung

a. Beschreibung der Messungen

Nach Reizung des Halsvagus kam es zur Bildung deutlich sichtbarer Schnürwellen, die im Übergangsgebiet zwischen Corpus und Antrum entstanden, dann das Antrum, den Pyloruskanal und das Duodenum passierten. Lief die Schnürwelle unter einem DMS-Träger hindurch, kam es zu einer Mikrodehnung des DMS und damit zur bereits besprochenen Widerstandsänderung des DMS. Anschließend durchlief das Signal die DMS-Meßbrücke und bewirkte die Aufzeichnung von sinusähnlichen Meßkurven durch den Einkanalschreiber.

Die einzelnen Magenabschnitte wurden immer in der gleichen Reihenfolge abgeleitet, zuerst P = Pylorus, dann A = Antrum, dann G = Grenzgebiet zwischen Antrum und Corpus, dann C = Corpus. Da wir nur einen Einkanalschreiber zur Verfügung hatten, mußten wir die Messungen einzeln nacheinander durchführen. Die Zeitdauer der Ableitung eines jeden Magenabschnitts (P,A,G,C) betrug ca. 5 min, davon wurde ca. drei Minuten lang der Halsvagus stimuliert. Nach jeder Messung wurde eine Pause von drei Minuten eingelegt.

b. Quantitative Auswertungsparameter

Frequenz:

Die Frequenz wurde immer von Beginn der Vagusstimulation an (d.h. vom Erscheinen der ersten Meßkurve) jeweils über 2 min ausgezählt.

Amplitude:

Ebenfalls 2 Minuten lang, vom Beginn der Stimulation an, wurden die einzelnen Kurvenamplituden ausgemessen und dann über 2 min mit der vorher errechneten Frequenz gemittelt.

c. Eichung

Die Höhe der Ausschläge (Amplituden) ist der Kontraktionskraft des Magens direkt proportional und kann mit Hilfe der Eichtablelle in Pond umgerechnet werden.

Die einzelnen DMS wurden mit verschiedenen Gewichten, die an die fixierten DMS-Träger angehängt wurden, geeicht. Dies ergab eine annähernd lineare Steigerung der Eichkurve. Je nachdem ob DMS P, A, G oder C geeicht wurde, betrug bei einem Gewicht von 50 g der Meßausschlag

bei P $10,6 \text{ cm} \hat{=} 50 \text{ g} \rightarrow 1 \text{ cm} \hat{=} 4,7169 \text{ g}$

bei A $11,6 \text{ cm} \hat{=} 50 \text{ g} \rightarrow 1 \text{ cm} \hat{=} 4,3103 \text{ g}$

bei G $15,0 \text{ cm} \hat{=} 50 \text{ g} \rightarrow 1 \text{ cm} \hat{=} 3,333 \text{ g}$

bei C $17,7 \text{ cm} \hat{=} 50 \text{ g} \rightarrow 1 \text{ cm} \hat{=} 2,8248 \text{ g}$

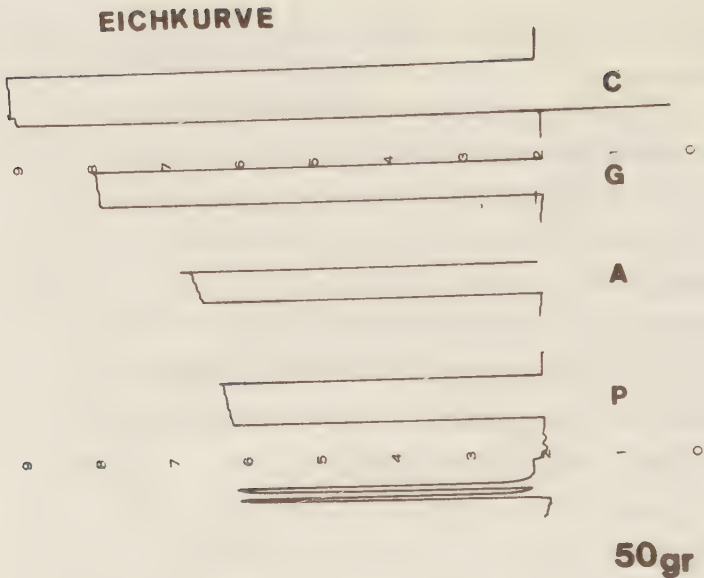


Abb.3: Eichkurven für DMS P, A, G u. C;
ein Vollausschlag $\hat{=}$ 50 g

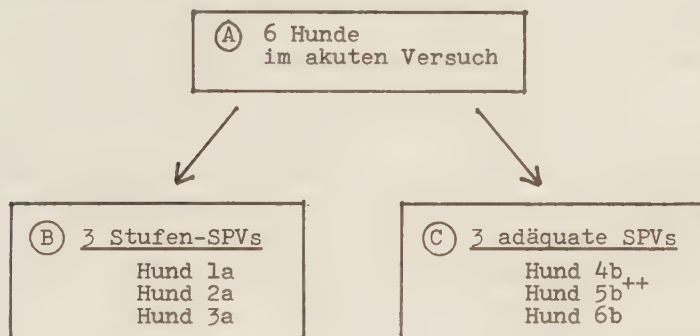
Vorbemerkung:

Wir führten 2 in Methode und Versuchsbedingungen unterschiedliche tierexperimentelle Untersuchungen durch, nämlich

- sog. akute Versuche
- und sog. chronische Versuche

7. Versuchsablauf der akuten Versuche

Die Zielsetzung im akuten Versuch war es, die Bedeutung des Grenzgebietes zwischen proximalem und distalem Grenzast zu eruieren. Zur Untersuchung verwandten wir 6 Schäferhundbastarde (2 ♀ und 4 ♂). Alle Hunde wurden ca. 24 Stunden vor Versuchsbeginn zum letzten Mal gefüttert und bekamen dann nur mehr Wasser.



⁺⁺: Hund Nr. 5b starb während der Laparotomie an einem Pneumothorax.

Der Versuch und die intraindividuellen Messungen haben bei allen 6 bzw. 5 Hunden jeweils an einem Tag (ca. 5 bis 8 Stunden Dauer) stattgefunden. Der Versuchsablauf gestaltete sich folgendermaßen:

Ⓐ Versuchsablauf für alle
6 Hunde gemeinsam:

- Ia+b Narkose
- IIa+b Laparotomie
- IIIa+b Halsvaguspräparation
- IVa+b Aufnähen der DMS
- Va+b Elektrostimulation
u. "Messung vor SPV"



Ⓑ Versuchsablauf für
die 3 Hunde der
Stufen-SPV:

- VIa inadäquate SPV,
dann Elektrostimu-
lation u. Messung
- VIIa Stufenweise Durch-
trennung der Antrum-
äste, Elektrostimu-
lation u. Messung
- VIIIa adäquate SPV, dann
Elektrostimulation
und Messung
- IXa Durchtrennung der
caudalen distalen
Grenzäste, Elektro-
stimulation und
Messung

Ⓒ Versuchsablauf für
die 3 Hunde der
adäquaten SPV:

- . -
- . -
- VIIIb adäquate SPV,
Elektrostimula-
tion u. Messung
- . -

A Versuchsablauf für alle 6 Hunde gemeinsam
(Stufen-SPV und adäquate SPV)

Ia+b Narkose:

Einleitung durch i.m. Injektion von 1 ml Combelen (Phenothiazinderivat) und 9 ml Polamivet (1-Polamivet^R). Fortsetzung durch i.v. Infusion von 500 ml physiologischer Kochsalzlösung mit 9 ml Polamivet und 1 ml Combelen in eine Vene des Hinterlaufs, ausreichend für 2 bis 3 Stunden. Je nach Narkosedauer (zwischen 5 u. 8 Stunden) 1 bis 1,5 l Infusionsmenge.

IIa+b Laparotomie:

Nach der medianen Oberbauchlaparotomie (ca. 10-15 cm langer Bauchschnitt) Abtragung der subperitonealen Fettschürze. Einsetzen eines Kirschner-Rahmens zur Darstellung des OP-Feldes. Hervorluxieren der Milz und Einschlagen der Milz in feuchte Bauchtücher.

IIIa+b Halsvaguspräparation:

Aufsuchen des linken Nervus vagus, links lateral der Trachea in Höhe des Larynx, dorsal des Musculus sternocleidomastoideus in der Gefäßnervenscheide. Freipräparation des Nervus vagus vom umgebenden Bindegewebe. Umschlingen des Nervs mit einem Seidenfaden. Durchtrennung des Vagus cranial des Knotens. Einfädelung des Nervs über den Faden

in die passende Hülselektrode. Abdichtung der proximalen und distalen Öffnung der Hülselektrode zur Isolation mit Vaseline. Anschluß der Elektrode mit dem Impulsgeber (Reizgerät).

IVa+b Aufnähen der DMS:

Ansetzen von Allis-Klemmen zur Ausbreitung des Magens. Aufnähen der 4 DMS-Träger senkrecht zur jeweiligen Magenachse auf die vordere Magenwand, nahe der großen Curvatur.

- a. der mit einem P gekennzeichnete DMS-Träger wird immer nur auf den Pylorusmuskel aufgenäht, und zwar an der palpablen stärksten Stelle des Muskels.
- b. der mit einem A gekennzeichnete DMS-Träger wird immer nur in der Mitte des Antrums aufgenäht (ca. 3-5 cm cranial des Pylorus).
- c. der mit einem G gekennzeichnete DMS-Träger wird immer nur im Grenzgebiet zwischen Antrum und Corpus aufgenäht.
- d. der mit einem C gekennzeichnete DMS-Träger wird immer nur in der Mitte des Corpus aufgenäht (ca. 15 cm cranial des Pylorus).

Die Lage von DMS A und DMS G wurde festgelegt, indem der Halsvagus stimuliert und optisch der Ort

des Kontraktionswellenbeginns lokalisiert wurde. Knapp vor Beginn der Schnürwellen wurde DMS G aufgenäht. In der Mitte der Strecke, den die Schnürwellen durchliefen, wurde DMS A aufgenäht. Die Lage von DMS C wurde rein visuell festgelegt. Jeder der DMS-Träger wird an den 4 Ecken durch atraumatische Serosa-Muscularis-Serosa-Nähte an der entsprechenden Stelle der Magenvorderwand befestigt. Die 4 DMS-Träger können jetzt nacheinander über die DMS-Verstärkerbrücke mit dem Einkanalschreiber verbunden werden.

Va+b Elektrostimulation und "Messung vor SPV":

Nach dem Aufnähen der DMS und dem Anlegen der Halsvagus Elektrode, wird das erste Mal unter den angegebenen Standardbedingungen der Halsvagus stimuliert und die Kontraktion der verschiedenen Magenabschnitte mittels DMS nacheinander gemessen.

Punkt Ia+b mit Va+b war allen 6 Hunden (Hund Nr.1a, 2a, 3a und Nr.4b, 5b und 6b) gemeinsam.

B Versuchsablauf der Stufen-SPV

(Darunter verstehen wir die aufeinanderfolgende, von proximal nach distal fortschreitende, einzelne Durchtrennung der Endaufzweigungen des Nervus antralis).

VIa Inadäquate SPV und Messungen:

Anschließend an den Versuchsabschnitt Va+b wurde an drei Hunden (Hund Nr. 1a mit 3a) eine inadäquate SPV

durchgeführt, d.h. der Magen bis zum ventro-caudalen proximalen Grenzast sekelettirt, danach wiederum der Halsvagus gereizt und über die DMS abgeleitet.

VIIa Stufenweise Durchtrennung der Antrumäste u. Messungen:

Bei Hund Nr. 1a zweigte sich der N. Latarjet am Antrum in fünf Endäste auf. Von cranial nach caudal fortschreitend wurden die ersten drei Äste einzeln durchtrennt und nach jedem Vagotomieschritt wurde stimuliert und abgeleitet.

VIIIa Adäquate SPV und Messungen:

Bei allen drei Hunden (Nr. 1a mit 3a) wurde sodann eine adäquate SPV durchgeführt, d.h. bis zum ventro-caudalen distalen Grenzast vagotomiert.

IXa Durchtrennung der caudalen, distalen Grenzäste und Messungen:

In diesem letzten Schritt wurde (bei Hund Nr. 1a mit 3a) auch der distale Grenzast durchtrennt und damit der Magen kleincurvaturseitig von der Cardia bis zum Pylorus freipräpariert.

C Versuchsablauf der adäquaten SPV

VIIIb Adäquate SPV und Messungen:

Bei Hund Nr. 4b und 6b wurde^{an} die Elektrostimulation und die Messung vor SPV (s. Punkt Va+b) sogleich eine adäquate SPV angeschlossen und danach in üblicher Weise stimuliert und abgeleitet.

8. Versuchsablauf der chronischen Versuche

Insgesamt untersuchten wir 15 Schäferhundbastarde (9 ♂ und 6 ♀), die wir in drei Gruppen einteilten. OP-Vorbereitung der Hunde, Narkose, Laparotomie, Halsvaguspräparation, Aufnähen der DMS, Stimulation, Ableitung und Auswertung wurden auch in dieser Versuchsreihe, wie oben (s.S.27-30) beschrieben, durchgeführt.

a. 1. Gruppe - 5 Hunde ohne SPV (Normalkollektiv)

Bei dieser Gruppe von Hunden wurde jeweils in einer Sitzung laparotomiert, die DMS aufgenäht, der Halsvagus stimuliert und abgeleitet, also der Magen selbst weder vagotomiert noch manipuliert. Diese 5 Hunde stellen unser Normalkollektiv dar.

b. 2. Gruppe - 5 Hunde mit adäquater SPV

Bei dieser Gruppe mit SPV wurde an 5 Hunden jeweils eine adäquate SPV ohne Pyloroplastik durchgeführt. Nach dem Abheilen der Operationswunde leiteten wir ca. 4 Wochen nach der ersten Laparotomie in einer zweiten Operation in üblicher Weise ab.

c. 3. Gruppe - 5 Hunde mit Scheinvagotomie (Kontrollgruppe)

Bei dieser Kontrollgruppe wurde eine Laparotomie als Scheinvagotomie durchgeführt. Dabei wurde der Magen entsprechend einer SPV behandelt (gleiche OP-Dauer,

Ansetzen von Allis-Klemmen, Ausspannen des Magens usw.), ohne daß jedoch die kleine Magencurvatur tangiert wurde. Auch diese Gruppe wurde nach 4 Wochen, wie die Hunde der Gruppe 2, während einer zweiten Laparotomie nach Halsvagusstimulation über die DMS abgeleitet.

Die Tiere der Gruppe 2 und 3 wurden nach der Laparotomie 4 Wochen unter normalen Lebensbedingungen im Tierstall gehalten. In der ersten postoperativen Woche erhielt jeder Hund außer der täglichen Wundpflege 5 Tage lang 1 Mill. IE Hydracillin forte i.m. und ca. 1000 ml 10% Glucoselösung subcutan in den Nacken infundiert.

Ab dem 2. postoperativen Tag erhielten die Hunde wieder Wasser und ab dem 4. postoperativen Tag wieder festes Fressen.

Aus der 2. Gruppe bekamen 2 Hunde jeweils im Bereich der Operationswunde einen Bauchwandabszeß, der sich spontan nach außen entleerte.

In der 3. Gruppe starb 5 Tage postoperativ 1 Hund aufgrund einer Pneumonie und aus derselben Gruppe bekam ein weiterer Hund eine oberflächliche Nahtinsuffizienz der Operationswunde.

V. ERGEBNISSE

1. Ergebnisse der akuten Versuche

a. Ergebnisse der Stufen-SPV's

zu (B) : I. Hund 1a

aa. Skizze der Endaufzweigungen des N. antralis ventralis et dorsalis:

ventral 5 Äste (I - V)

dorsal 1 Ast (I)

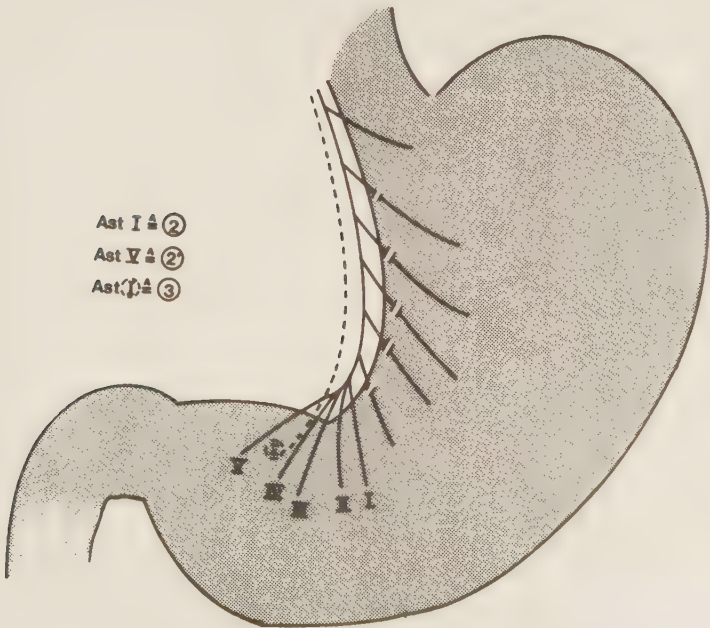


Abb.4: Schematische Darstellung der Endaufzweigungen
des N. antralis bei Hund 1a

bb. Ergebnistabelle

	Frequenz über 2 min.				$\bar{x}$ Mittelwert d. Amplituden über 2 min		Standard- abweichung		Kraft (pond) von $\bar{x}$	
	P	A	P(cm)	A(cm)	P	A	P/%	A/%		
vor SPV	10	7	8,33	24,34	$\pm 0,56$	$\pm 5,10$	39,29 = 100%	104,91 = 100%		
nach inadäquater SPV	6	7	6,61	12,68	$\pm 1,69$	$\pm 1,52$	31,17 = 79%	54,65 = 52%		
nach Durchtrennung von Ast I $\hat{=}$ (2)	7	7	4,11	10,21	$\pm 0,81$	$\pm 0,95$	19,38 = 49%	44,00 = 42%		
nach Durchtrennung von Ast II	8	8	4,11	9,10	$\pm 0,45$	$\pm 3,65$	19,38 = 49%	39,22 = 37%		
nach Durchtrennung von Ast III	7	5	4,22	6,66	$\pm 1,67$	$\pm 1,33$	19,90 = 50%	28,70 = 27%		
nach Durchtrennung von Ast IV $\hat{=}$ adäquater SPV	7	8	3,44	2,82	$\pm 0,33$	$\pm 0,57$	16,22 = 41%	12,15 = 12%		
nach Durchtrennung von Ast V $\hat{=}$ (2') und von Ast VI $\hat{=}$ (3)	0	0	0	0	0	0	0 = 0%	0 = 0%		

Bei sämtlichen Versuchen erhielten wir bei C (s.S.42 Abb.19) und bei G (s.S.42 Abb.20) keine meßbaren Ausschläge. Wir mußten uns somit auf die Auswertung von P und A beschränken.

cc. Meßkurven

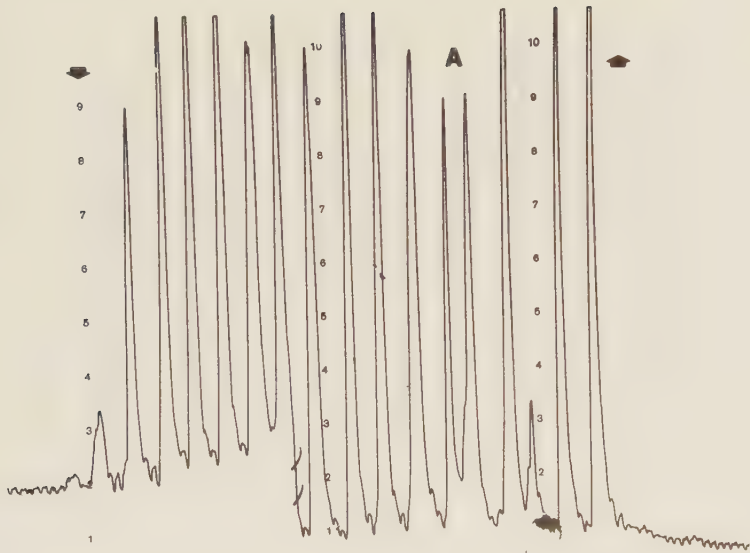


Abb.5: Meßkurve von (A) = Antrum vor SPV

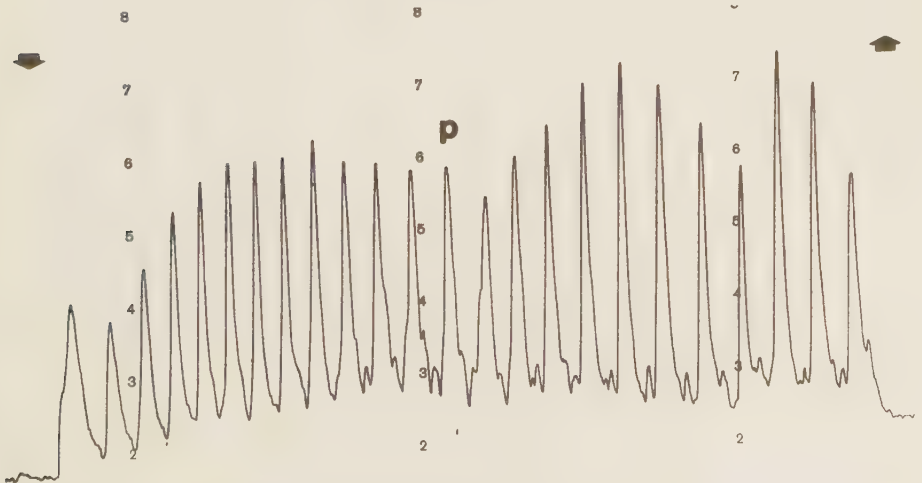


Abb.6: Meßkurve von (P) = Pylorus vor SPV

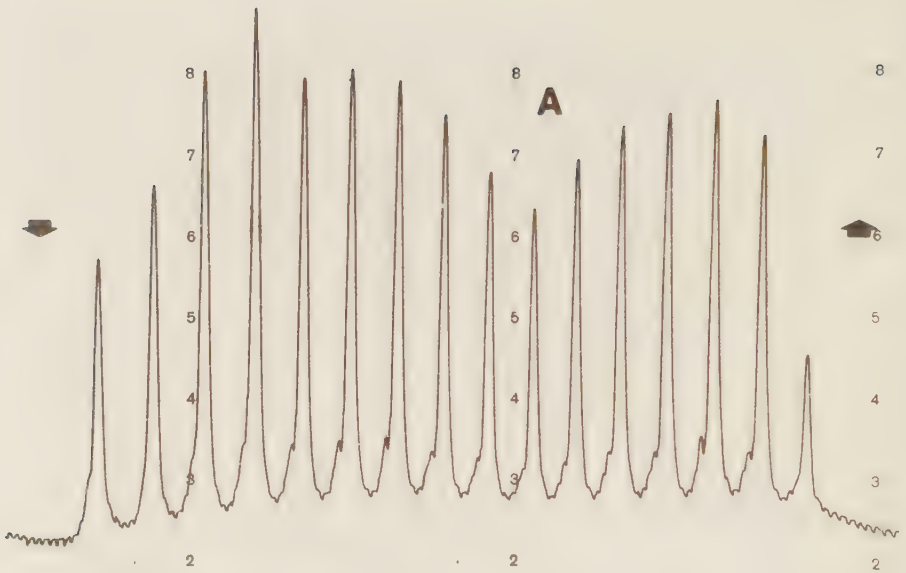


Abb.7: Meßkurve von (A) = Antrum
nach inadäquater SPV

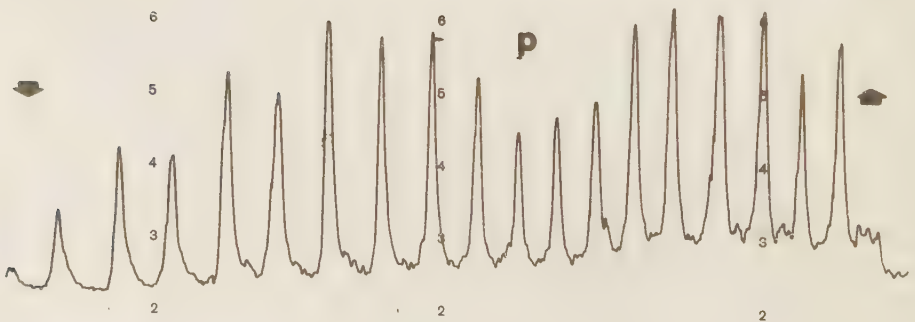


Abb.8: Meßkurve von (P) = Pylorus
nach inadäquater SPV

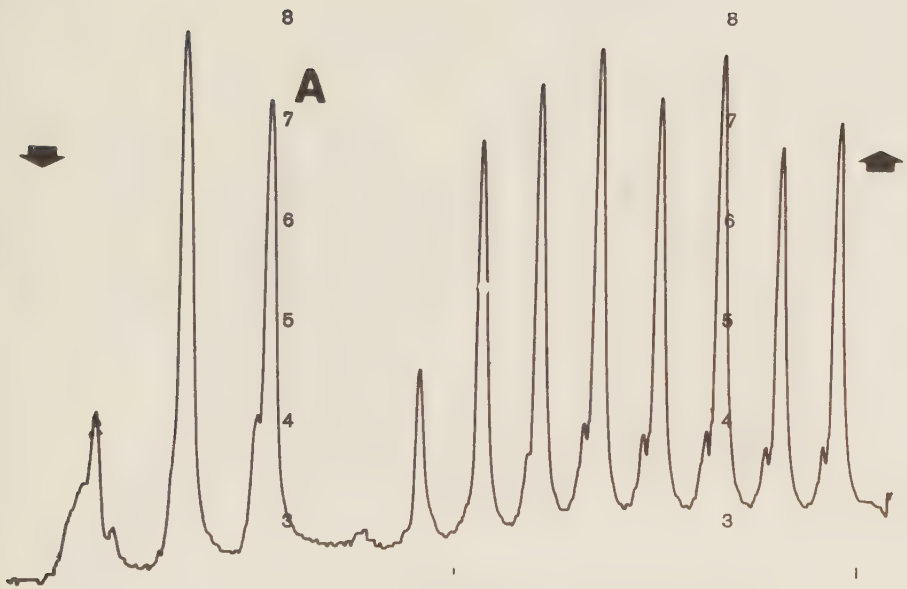


Abb.9: Meßkurve von (A) = Antrum
nach Durchtrennung von Ast I $\hat{=}$ (2)

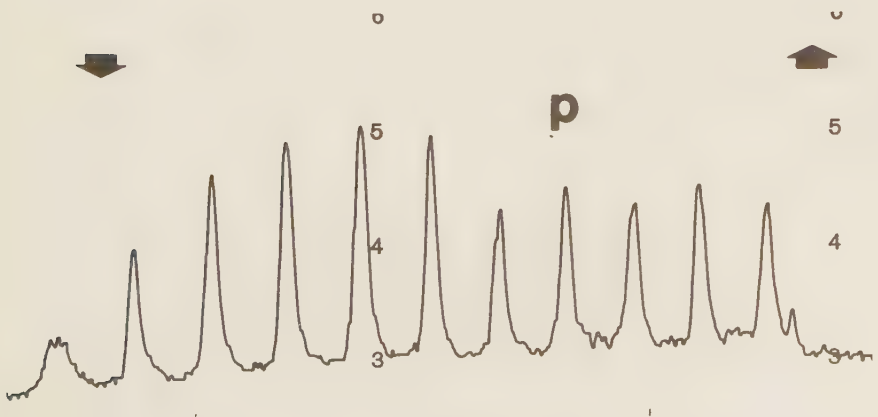


Abb.10: Meßkurve von (P) = Pylorus
nach Durchtrennung von Ast I $\hat{=}$ (2)

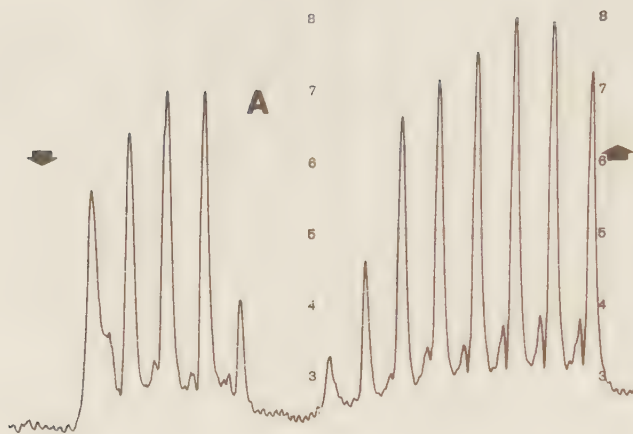


Abb.11: Meßkurve von (A) = Antrum
nach Durchtrennung von Ast II

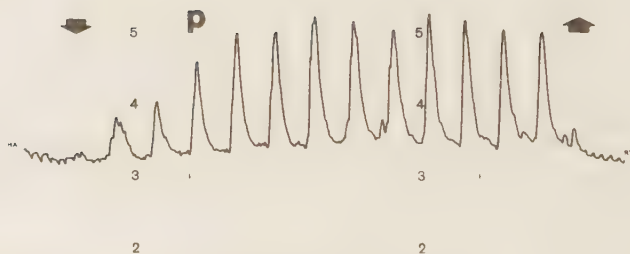


Abb.12: Meßkurve von (P) = Pylorus
Nach Durchtrennung von Ast II

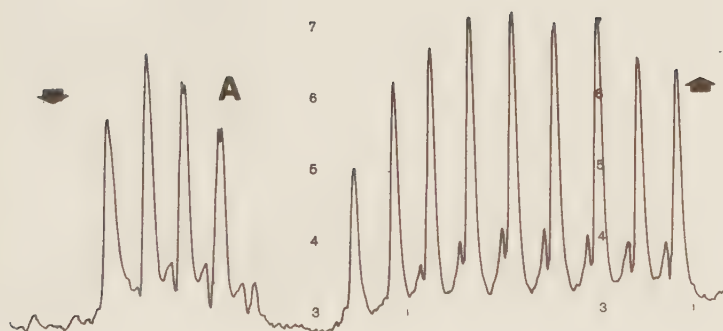


Abb.13: Meßkurve von (A) = Antrum
nach Durchtrennung von Ast III

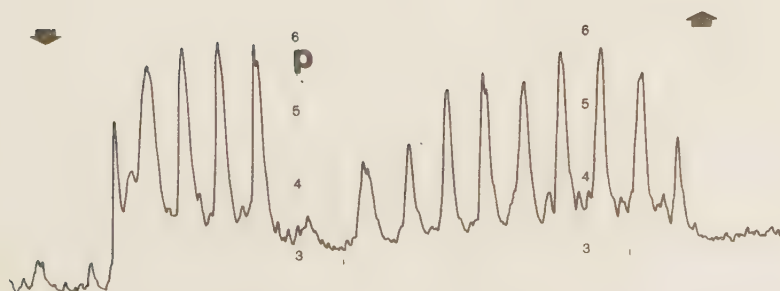


Abb.14: Meßkurve von (P) = Pylorus
nach Durchtrennung von Ast III

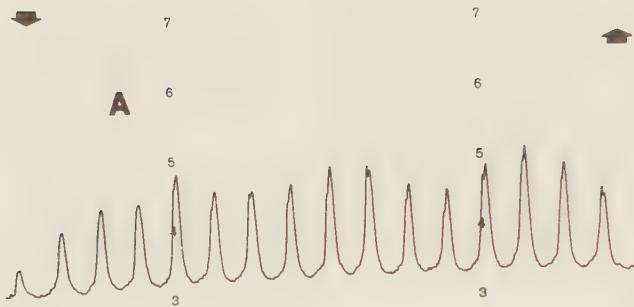


Abb. 15: Meßkurve von (A) = Antrum
nach Durchtrennung von Ast IV $\hat{=}$ adäquater SPV

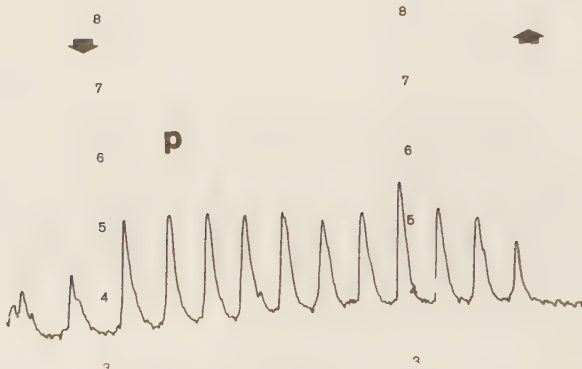


Abb. 16: Meßkurve von (P) = Pylorus
nach Durchtrennung von Ast IV $\hat{=}$ adäquater SPV

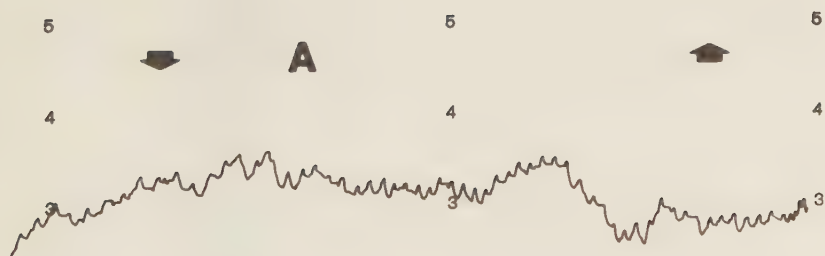


Abb. 17: Meßkurve von (A) = Antrum nach Durchtrennung von
Ast V $\hat{=}$ (2') und von Ast {I} $\hat{=}$ (3)

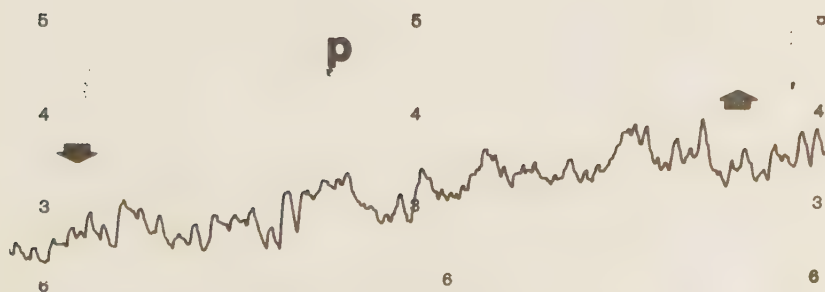


Abb. 18: Meßkurve von (P) = Pylorus nach Durchtrennung von
Ast V $\hat{=}$ (2') und von Ast {I} $\hat{=}$ (3)

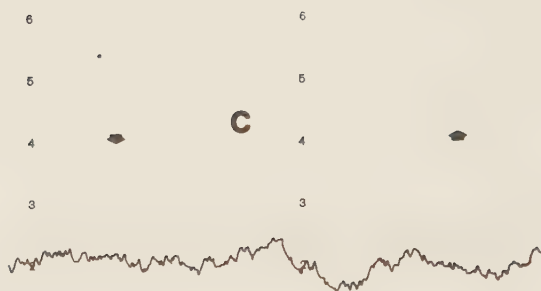


Abb. 19: Meßkurve von (C) = Corpus



Abb. 20: Meßkurve von (G) = Grenzgebiet zwischen
Corpus und Antrum

dd. Pylorus-Diagramm

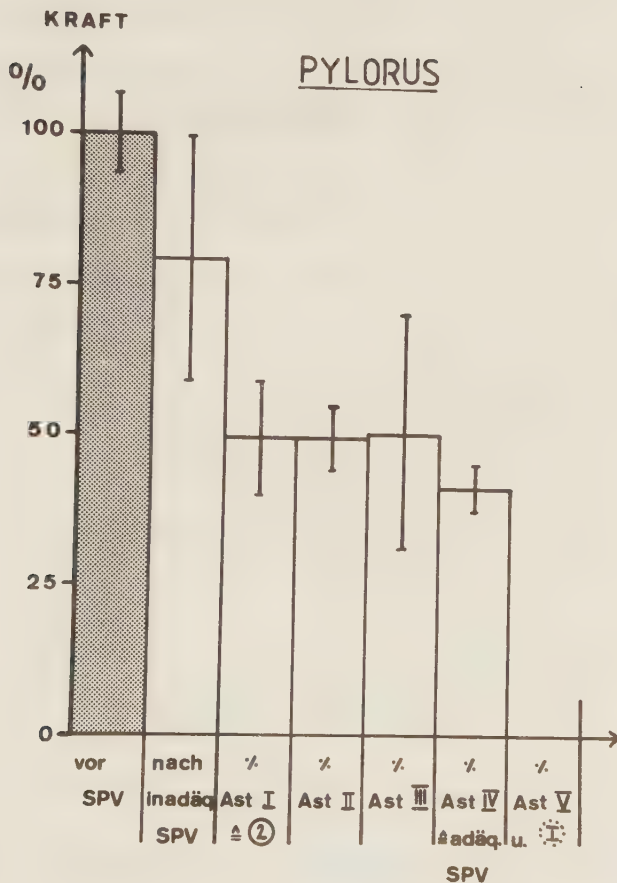


Abb. 21: Graphische Darstellung der Pylorus-Motilitäts-
änderung durch die Stufenvagotomie bei Hund (1a)

ee. Zusammenfassung der Ergebnisse des Pylorus

1. Je distaler die Vagotomie durchgeführt wird, umso mehr Motilitätsverlust bei P stellt man fest.
2. Beginn der Peristaltik an der Corpus-Antrum-Grenze; bei G und C keine meßbaren Ausschläge.
3. Auffallend ist, daß bei P innerhalb des Grenzgebietes (zwischen dem Grenzast (2) und dem Grenzast (2')) trotz schrittweiser Durchtrennung der Endäste, die Kontraktionskraft fast konstant bleibt.
4. Aufschlüsselung der Motilitätsverluste bei P:

a. Motilitätsverlust durch inadäquate SPV	21%
b. Nach Durchtrennung des Grenzastes (2) Motilitätsverlust	30%
c. Nach Durchtrennung der Grenzäste (2')u.(3) Motilitätsverlust	41%
Gesamtverlust:	92%

Der Rest Motilitätsverlust von 8% verteilt sich auf das Grenzgebiet zwischen (2) u. (2').
5. Im Verhalten der Frequenz ist eine Abnahme der Kontraktionsfrequenz von 5 Wellen pro Minute vor SPV auf 3 Ausschläge pro Minute nach inadäquater SPV festzustellen, danach pendelt sich die Frequenz zwischen 3 und 4 Wellen pro Minute ein. Die Frequenz ist nach Durchtrennung des dritten Astes leicht arrhythmisch.

ff. Antrum-Diagramm

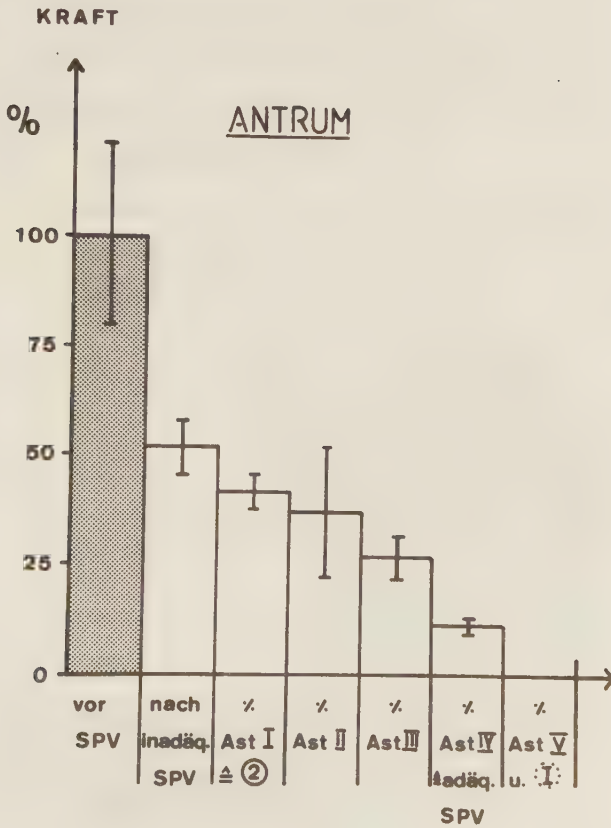


Abb.22: Graphische Darstellung der Antrum-Motilitäts-
änderung durch die Stufenvagotomie bei Hund (1a)

gg. Zusammenfassung der Ergebnisse des Antrums

1. Je distaler in Richtung Pylorus vagotomiert wird, umso mehr Motilitätsverlust stellt sich ein.
2. Beginn der Peristaltik an der Corpus-Antrum-Grenze bei G und C keine meßbaren Ausschläge.
3. Aufschlüsselung der Motilitätsverluste bei A

a. Motilitätsverlust durch inadäquate SPV	48%
b. Nach Durchtrennung des Grenzastes (2)	
Motilitätsverlust	10%
c. Nach Durchtrennung der Grenzäste (2') u. (3)	
Motilitätsverlust	12%
Gesamtverlust:	70%

Der Rest Motilitätsverlust von 30% verteilt sich auf das Grenzgebiet zwischen (2) und (2').
4. Die Frequenz ist relativ konstant, auch nach SPV, sie bewegt sich zwischen 2,5 und 4 Ausschlägen pro Minute und ist jeweils nach Durchtrennung der Äste I, II und III leicht arrhythmisch.
5. Beim generellen Vergleich zwischen Antrum und Pylorus zeigt sich, daß
 - a. durch die inadäquate SPV bei A mehr Kontraktionskraft verloren geht, nämlich 48% als bei P, dort nur 21%.
 - b. durch die adäquate SPV bei A mehr Kontraktionskraft verloren geht, nämlich 88%, als bei P, dort nur 59%.
 - c. durch die Durchtrennung der Äste im Grenzgebiet bei A ein Motilitätsverlust von 30%, bei P nur einer von 8% entsteht.

II. Hund 2a

a.a. Skizze der Endaufzweigungen
des Nervus antralis ventralis et dorsalis:

ventral 3 Äste (I - III)

dorsal 2 Äste (I u. II)

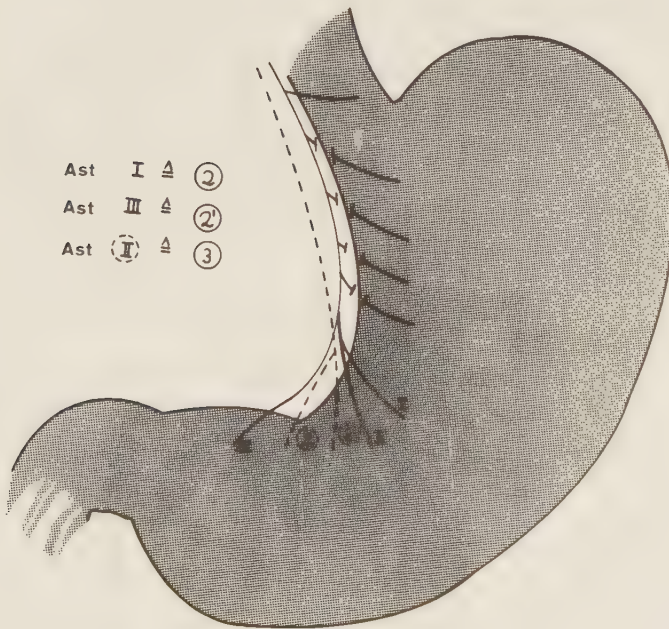


Abb.23: Schematische Darstellung der Endaufzweigungen
des Nervus antralis bei Hund 2a

bb. Ergebnistabelle

	Frequenz über 2 min.		$\bar{x}$ Mittelwert d. Amplituden über 2 min		Standard- abweichung		Kraft (pond) von $\bar{x}$	
	P	A	P (cm)	A (cm)	P	A	P/%	A/%
vor SPV	9	7	10,20	24,52	$\pm 3,75$	$\pm 4,22$	48,11 = 100%	105,68 = 100%
nach inadäquater SPV	6	6	7,26	4,06	$\pm 2,36$	$\pm 0,64$	34,24 = 71%	17,49 = 17%
nach Durchtrennung von Ast I $\hat{=}$ (2) und von Ast (I) $\hat{=}$ adäquater SPV	6	6	5,13	2,76	$\pm 1,85$	$\pm 0,48$	24,19 = 50%	11,89 = 11%
nach Durchtrennung von Ast II u. III = (2') u. Ast (II) $\hat{=}$ (3)	0	0	0	0	0	0	0 = 0%	0 = 0%

cc. Meßkurven

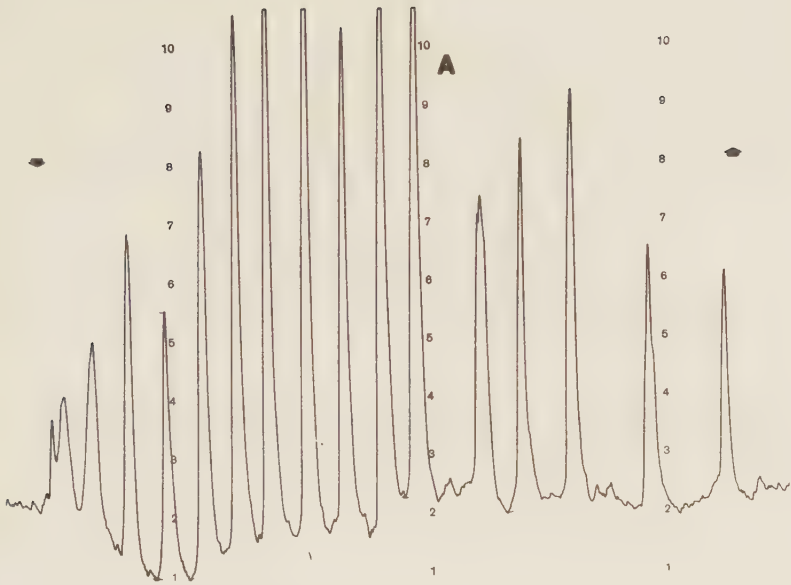


Abb.24: Kurven von (A) = Antrum vor SPV

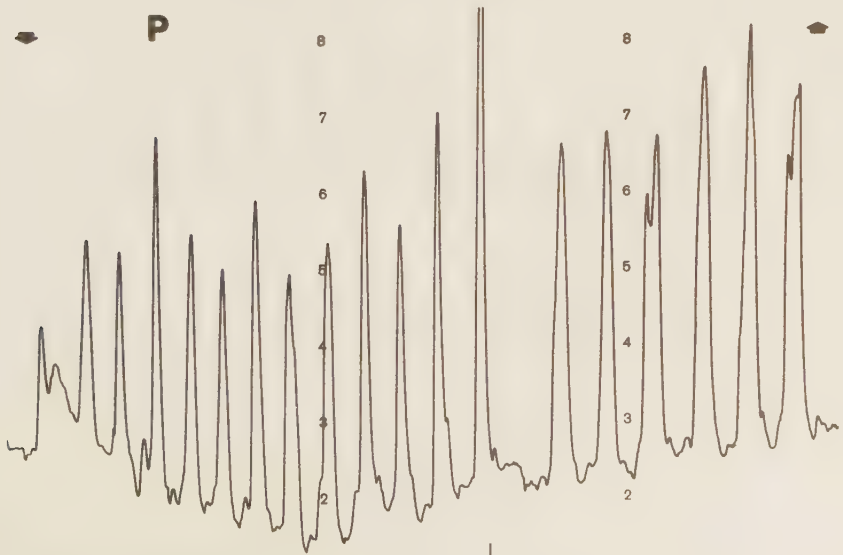


Abb.25: Kurven von (P) = Pylorus vor SPV

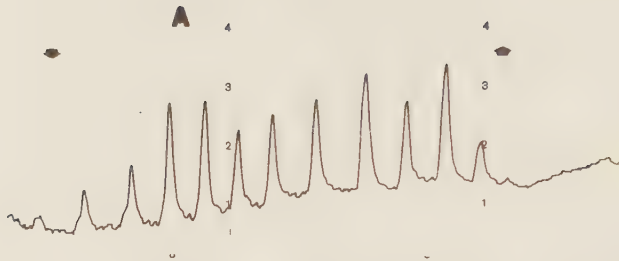


Abb. 26: Kurven von (A) = Antrum nach inadäquater SPV

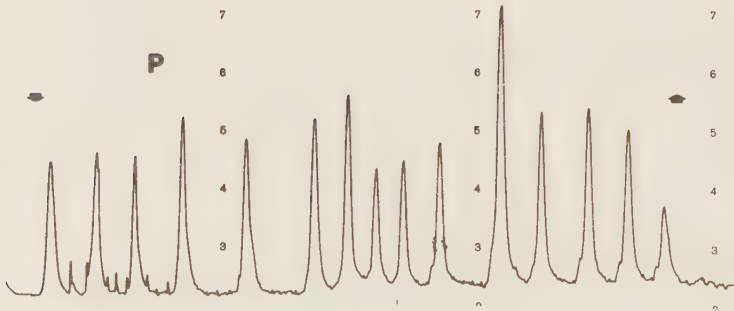


Abb. 27: Kurven von (P) = Pylorus nach inadäquater SPV

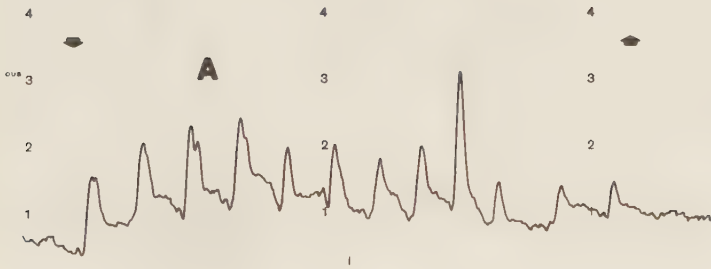


Abb.28: Kurven von (A) = Antrum nach Durchtrennung von
Ast I $\hat{=}$ (2) und Ast {I}

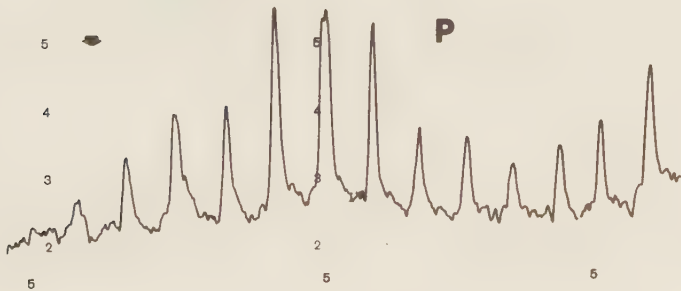


Abb.29: Kurven von (P) = Pylorus nach Durchtrennung von
Ast I $\hat{=}$ (2) und {I}



Abb.30: Kurve von (A) = Antrum nach Durchtrennung von
Ast (II) und (III) $\hat{=}$ (2') u. von Ast {II} = (3)

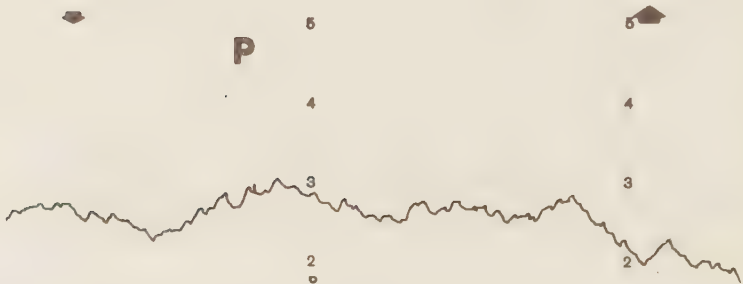


Abb.31: Kurve von (P) = Pylorus nach Durchtrennung von
Ast (II) und (III) $\hat{=}$ (2') u. von Ast {II} = (3)

dd. Pylorus-Diagramm

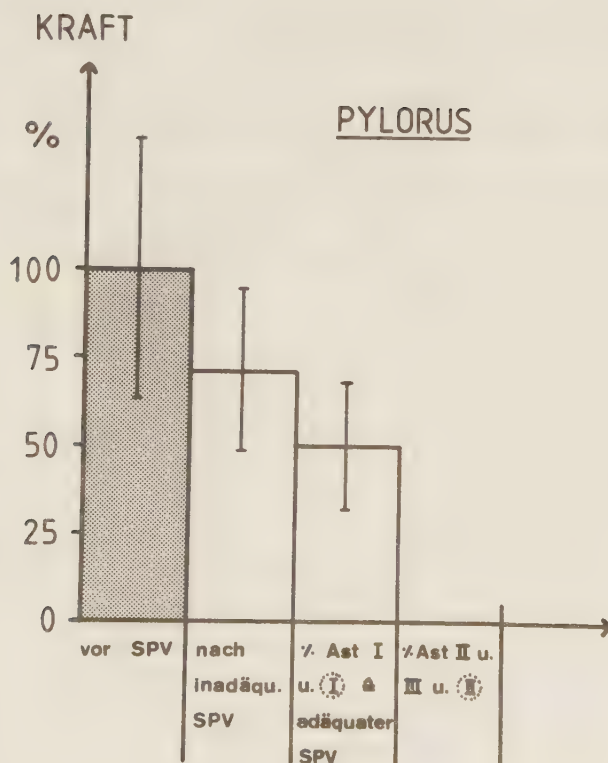


Abb.32: Graphische Darstellung der Pylorus-Motilitäts-
änderung durch die Stufenvagotomie bei Hund (2a)

ee. Zusammenfassung der Ergebnisse des Pylorus

1. Je weiter nach caudal vagotomiert wird, umso mehr verliert man an Kontraktionskraft.
2. Beginn der Kontraktionswellen an der Corpus-Antrumgrenze; bei G und C keine meßbaren Ausschläge.
3. Die Frequenz nimmt von 4,5 Ausschlägen auf 3 Ausschläge pro Minute nach inadäquater SPV ab. Ebenfalls wird nach inadäquater SPV die Frequenz leicht unregelmäßig.
4. Aufschlüsselung der Motilitätsverluste bei P:
 - a. Motilitätsverlust durch inadäquate SPV 29%
 - b. nach Durchtrennung des Grenzastes (2)
Motilitätsverlust 21%
 - c. nach Durchtrennung der Grenzäste (2') u. (3)
Motilitätsverlust 50%
- Gesamtverlust: 100%

ff. Antrum-Diagramm

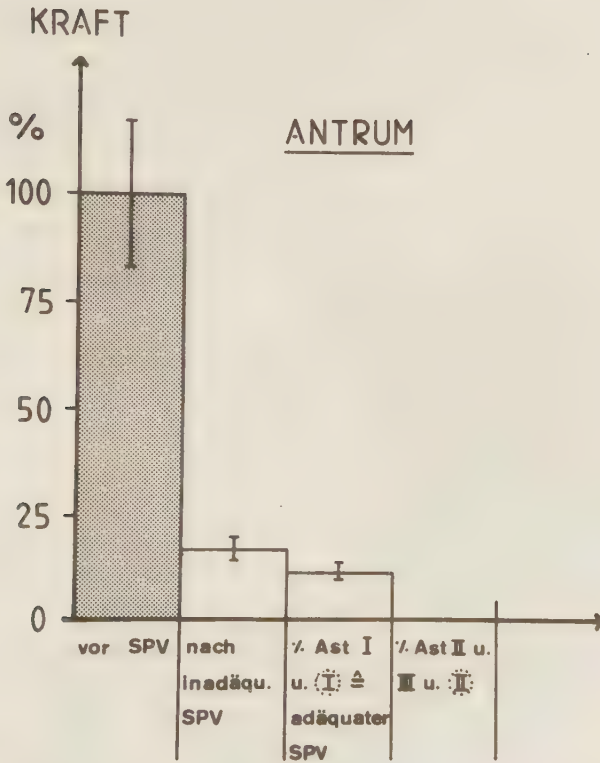


Abb.33: Graphische Darstellung der Antrum-Motilitäts-
änderung durch die Stufenvagotomie bei Hund (2a)

gg. Zusammenfassung der Ergebnisse des Antrums

1. Je distaler vagotomiert wird, umso mehr Motilitätsverlust bringt dies mit sich.
2. Beginn der Kontraktionswellen an der Corpus-Antrumgrenze; bei G und C keine meßbaren Ausschläge.
3. Aufschlüsselung der Motilitätsverluste bei A:

a. Motilitätsverlust durch inadäquate SPV	83%
b. nach Durchtrennung des Grenzastes (2)	
Motilitätsverlust	6%
c. nach Durchtrennung der Grenzäste (2') u. (3)	
Motilitätsverlust	<u>11%</u>
- | | |
|----------------|------|
| Gesamtverlust: | 100% |
|----------------|------|
4. Die Frequenz ist relativ konstant, auch nach SPV. Sie bewegt sich zwischen 3,5 und 3 Ausschlägen pro Minute.
5. Beim generellen Vergleich zwischen Antrum und Pylorus zeigt sich, daß
 - a. durch die inadäquate SPV bei A mehr Kontraktionskraft verloren geht, nämlich 83%, als bei P, dort nur 29%.
 - b. durch die adäquate SPV bei A mehr Kontraktionskraft verloren geht, nämlich 89%, als bei P, dort nur 50%.

III. Hund 3a

- aa. Skizze der Endaufzweigungen des
Nervus antralis ventralis et dorsalis
ventral 2 Äste (I u. II)
dorsal 1 Ast (I)

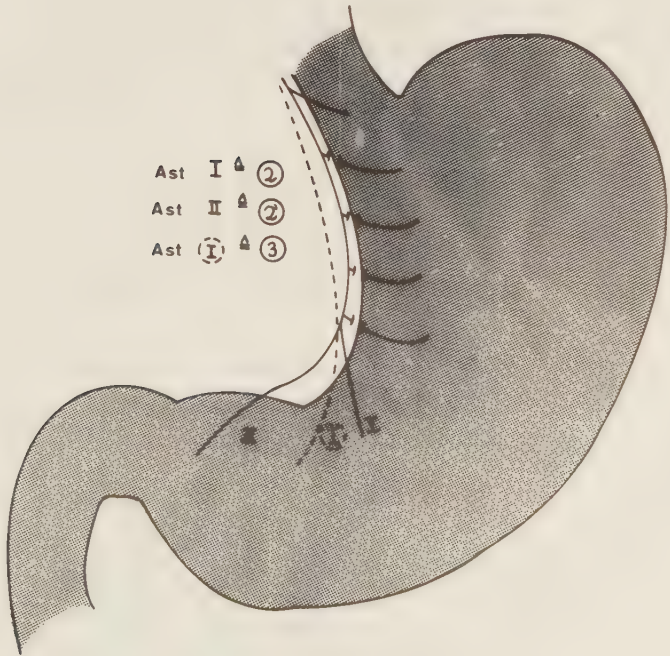


Abb. 34: Schematische Darstellung der Endaufzweigungen des Nervus antralis bei Hund (3a)

bb. Ergebnistabelle

	Frequenz über 2 min		$\bar{x}$ Mittelwert d. Amplituden über 2 min		Standard- abweichung		Kraft (pond) von x	
	P	A	P(cm)	A(cm)	P	A	P/%	A/%
vor SPV	7	9	16,80	13,65	$\pm 3,25$	$\pm 1,81$	79,24 = 100%	58,83 = 100%
nach inadäquater SPV	8	7	13,67	8,20	$\pm 2,84$	$\pm 3,73$	64,48 = 81%	35,34 = 60%
nach Durchtrennung von Ast I $\hat{=}$ (2) $\hat{=}$ adäquate SPV	11	0	4,28	0	$\pm 2,16$	0	20,18 = 25%	0 = 0%
nach Durchtrennung von Ast II $\hat{=}$ (2') und von Ast I; $\hat{=}$ (3)	0	0	0	0	0	0	0 = 0%	0 = 0%

cc. Meßkurven

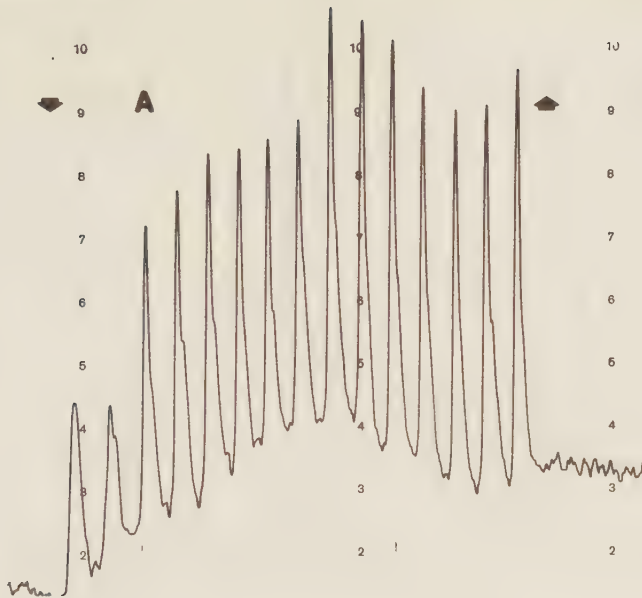


Abb.35: Kurve von (A) = Antrum vor SPV

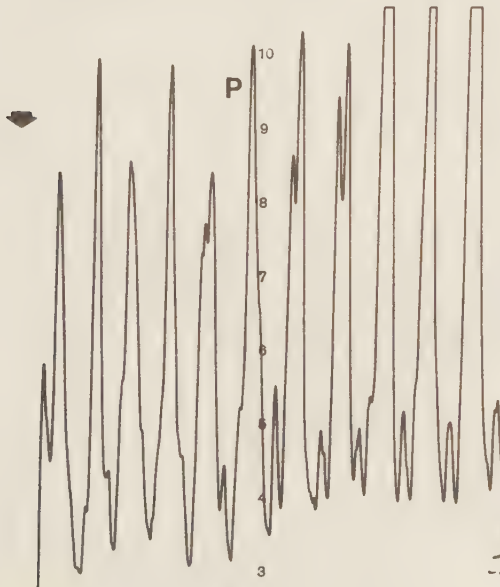


Abb.36: Kurve von (P) = Pylorus vor SPV

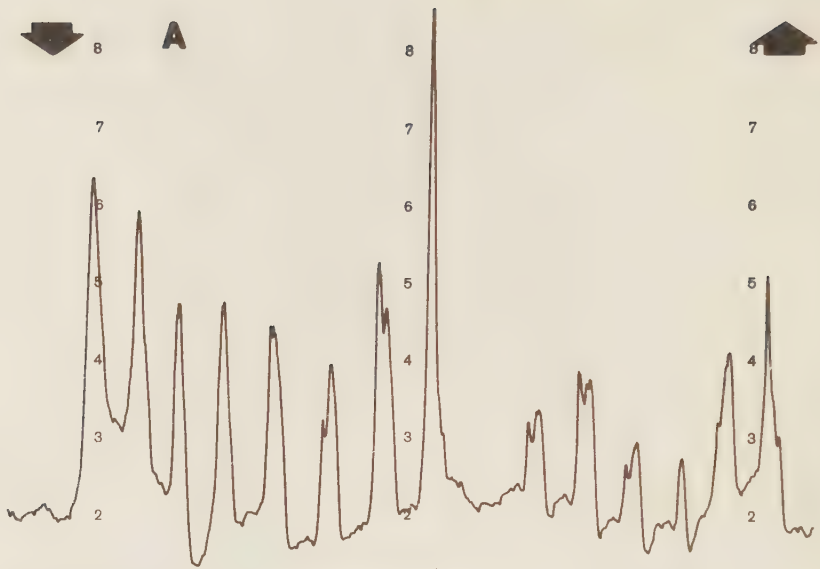
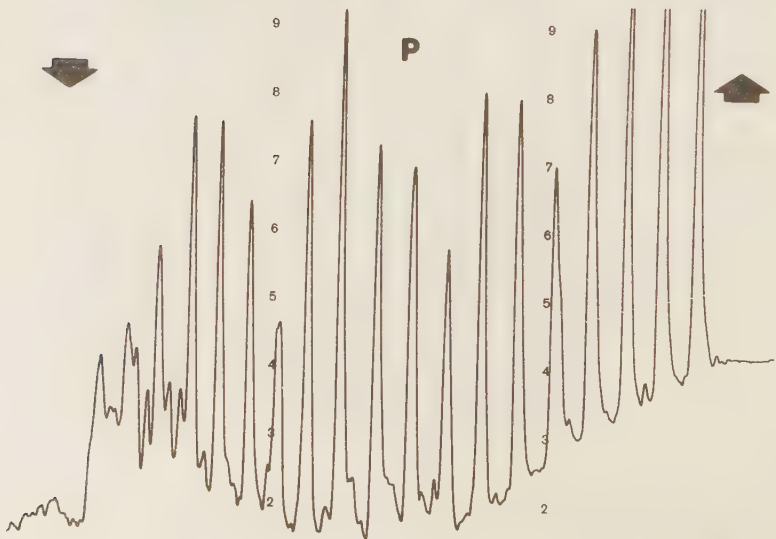


Abb.37: Kurve von (A) = Antrum nach inadäquater SPV



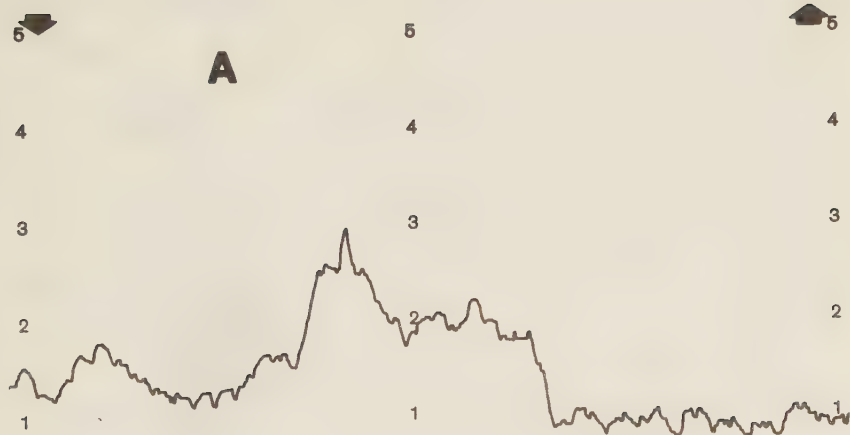


Abb.39: Kurve von (A) = Antrum nach Durchtrennung von
Ast I $\hat{=}$ (2)

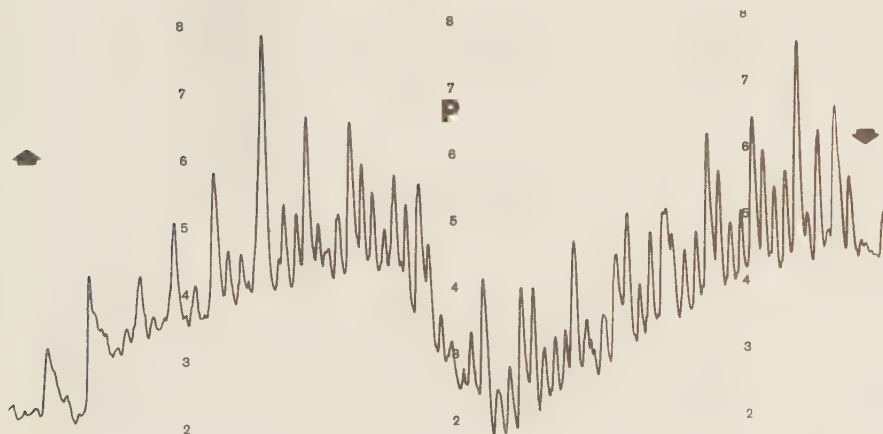


Abb.40: Kurve von (P) = Pylorus nach Durchtrennung von
Ast I $\hat{=}$ (2)



Abb.41: Kurve von (P) = Pylorus nach Durchtrennung von
Ast II $\hat{=}$ (2') und von Ast I $\hat{=}$ (3)

dd. Pylorus-Diagramm

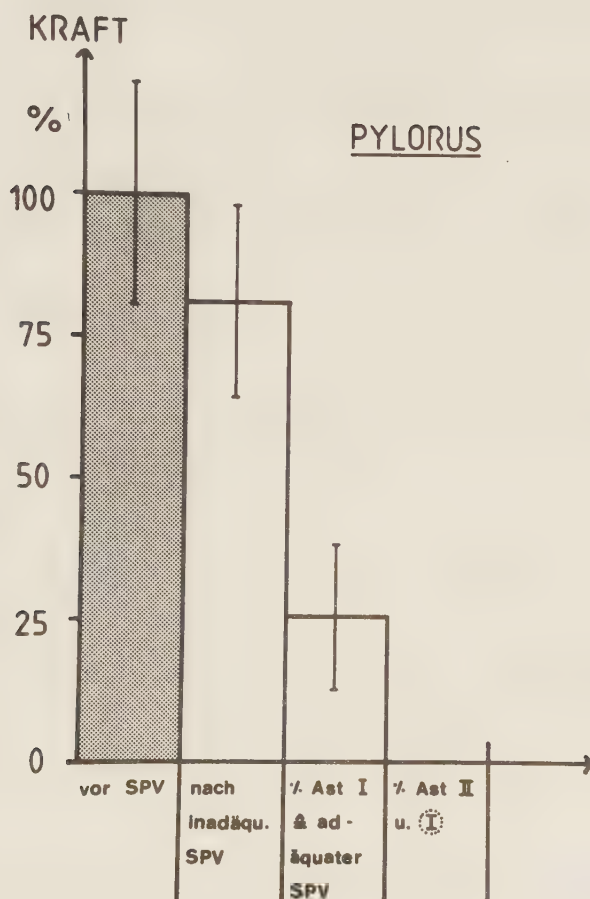


Abb.42: Graphische Darstellung der Pylorus-Motilitäts-
änderung durch die Stufenvagotomie bei Hund (3a)

ee. Zusammenfassung der Ergebnisse des Pylorus

1. Je weiter nach caudal vagotomiert wird, umso mehr verliert man an Kontraktionskraft.
 2. Beginn der Kontraktionswellen an der Corpus-Antrumgrenze; bei G und C keine meßbaren Ausschläge.
 3. Die Frequenz der Schnürwellen steigt an von 3,5 Ausschlägen pro Minute vor SPV über 4 Ausschläge pro Minute nach inadäquater SPV auf 5,5 Ausschläge pro Minute nach adäquater SPV.
Nach adäquater SPV wird die Frequenz deutlich arrhythmisch (s.S.61, Bild 40).
 4. Aufschlüsselung der Motilitätsverluste bei P:
 - a. Motilitätsverlust durch inadäquate SPV 19%
 - b. nach Durchtrennung des Grenzastes (2)
Motilitätsverlust 56%
 - c. nach Durchtrennung der Grenzäste (2') u.(3)
Motilitätsverlust 25%
- Gesamtverlust: 100%

ff. Antrum-Diagramm

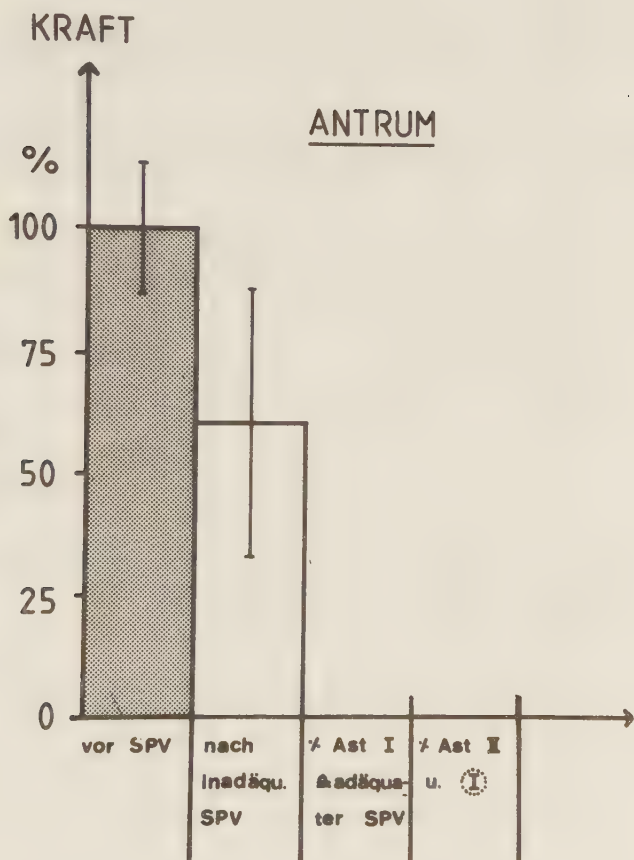


Abb.43: Graphische Darstellung der Antrum-Motilitäts-
änderung durch die Stufenvagotomie bei Hund (3a)

gg. Zusammenfassung der Ergebnisse des Antrums

1. Je distaler vagotomiert wird, umso mehr Motilitätsverlust bringt dies mit sich.
2. Beginn der Kontraktionswellen an der Corpus-Antrumgrenze; bei G und C keine meßbaren Ausschläge.
3. Aufschlüsselung der Motilitätsverluste bei A:

a. Motilitätsverlust durch inadäquate SPV	40%
b. nach Durchtrennung des Grenzastes (2)	
Motilitätsverlust	60%
c. nach Durchtrennung der Grenzäste (2') u. (3)	
Motilitätsverlust	<u>0%</u>
Gesamtverlust:	100%
4. Die Frequenz bewegt sich zwischen 4,5 und 3,5 Ausschlägen pro Minute. Bereits nach inadäquater SPV wird die Frequenz arrhythmisch (S.S.60, Abb.37)
5. Beim generellen Vergleich zwischen Antrum und Pylorus zeigt sich, daß
 - a. durch die inadäquate SPV bei A mehr Kontraktionskraft verloren geht, nämlich 40%, als bei P, dort nur 19%.
 - b. durch die adäquate SPV bei A mehr Kontraktionskraft verloren geht, nämlich 100%, als bei P, dort nur 75%.

IV. Zusammenfassung der Stufenvagotomieergebnisse

aa. Ergebnistabelle

	vor SPV $\bar{x}$ (cm)		nach inadäquater SPV $\bar{x}$ (cm)		nach adäquater SPV $\bar{x}$ (cm)		nach Durchtrennung von $\bar{x}$ (2') u. $\bar{x}$ (3') (cm)	
	P	A	P	A	P	A	P	A
Hund 1a	8,33	24,34	6,61	12,68	3,44	2,82	0	0
Hund 2a	10,20	24,52	7,26	4,06	5,13	2,76	0	0
Hund 3a	16,80	13,65	13,67	8,20	4,28	0	0	0
Summe:	35,33	62,51	27,54	24,94	12,85	5,58	0	0
Gesamt $\bar{x}$	11,77	20,83	9,18	8,31	4,28	1,86	0	0
Standardabweichung	$\pm 4,44$	$\pm 6,22$	$\pm 3,90$	$\pm 4,31$	$\pm 0,84$	$\pm 1,61$	0	0
Kraft (p) von Gesamt- $\bar{x}$	55,51 = 100%	89,78 = 100%	43,30 = 78%	35,81 = 40%	20,18 = 36%	8,01 = 9%	0 = 0%	0 = 0%

bb. Pylorus- und Antrum-Diagramm

(Zusammenfassung der Stufenvagotomieergebnisse von Hund 1a, 2a u. 3a)

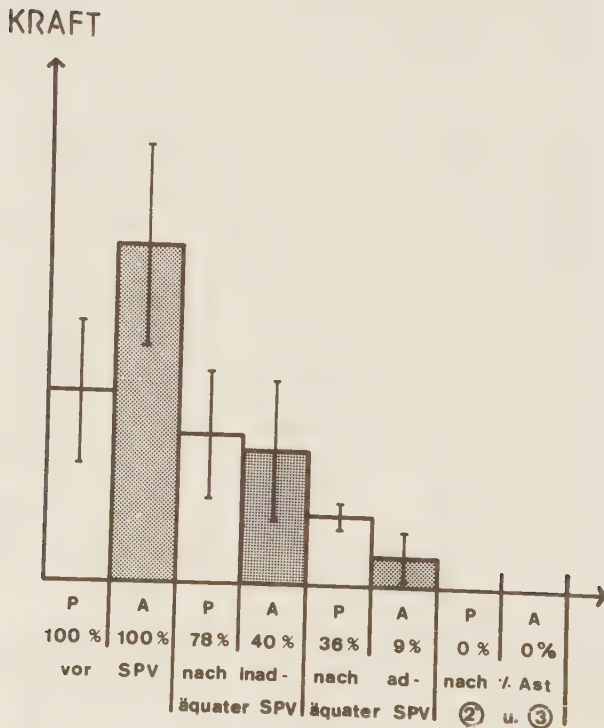


Abb.44: Zusammenfassende quantitative Darstellung (%) des Pylorus- bzw. Antrummotilitätsverlustes durch die Stufenvagotomie

cc. Zusammenfassung der Ergebnisse
der 3 Stufenvagotomien am Pylorus bzw. Antrum

1. Je distaler vagotomiert wird, umso mehr Motilitätsverlust bringt dies mit sich.
2. Aufschlüsselung der Motilitätsverluste bei A:

a. Motilitätsverlust durch inadäquate SPV	60%
b. nach Durchtrennung des Grenzastes (2) Motilitätsverlust	31%
c. nach Durchtrennung der Grenzäste (2')u.(3) Motilitätsverlust	<u>9%</u>
Gesamtverlust:	100%
3. Aufschlüsselung der Motilitätsverluste bei P:

a. Motilitätsverlust durch inadäquate SPV	22%
b. nach Durchtrennung des Grenzastes (2) Motilitätsverlust	42%
c. nach Durchtrennung der Grenzäste (2')u.(3) Motilitätsverlust	<u>36%</u>
Gesamtverlust:	100%
4. Beim generellen Vergleich zwischen Antrum und Pylorus zeigt sich, daß
 - a. durch die inadäquate SPV bei A mehr Kontraktionskraft verloren geht, nämlich 60%, als bei P, dort nur 22%.
 - b. durch die adäquate SPV bei A mehr Kontraktionskraft verloren geht, nämlich 91%, als bei P, dort nur 64%.
5. Nach Durchtrennen der distalen Grenzäste (2')und (3) kommt es zu keinen meßbaren Ausschlägen mehr.

b. Ergebnisse der adäquaten SPV

zu C : I. Hund 4b

aa. Ergebnistabelle

	Frequenz über 2 min		$\bar{x}$ Mittelwert d. Amplituden über 2 min		Standard- abweichung		Kraft (pond) von $\bar{x}$	
	P	A	P (cm)	A (cm)	P	A	P/%	A/%
vor SPV	8	6	11,75	13,78	$\pm 4,16$	$\pm 4,46$	55,42 = 100%	59,39 = 100%
nach adäquater SPV	0	0	0	0	0	0	0 = 0%	0 = 0%

Sowohl bei P als auch bei A kam es vor der SPV zu hohen, rhythmischen Ausschlägen. Beginn der Kontraktionswellen an der Corpus-Antrum-Grenze. Nach der adäquaten SPV konnten trotz Stimulation keine Kontraktionswellen registriert werden.

bb. Meßkurven

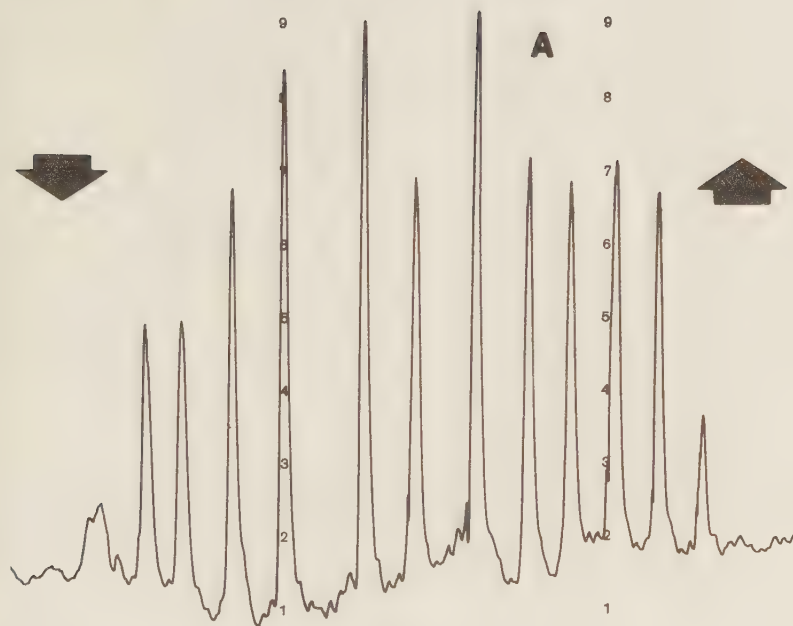


Abb.45: Meßkurve von (A) = Antrum vor SPV

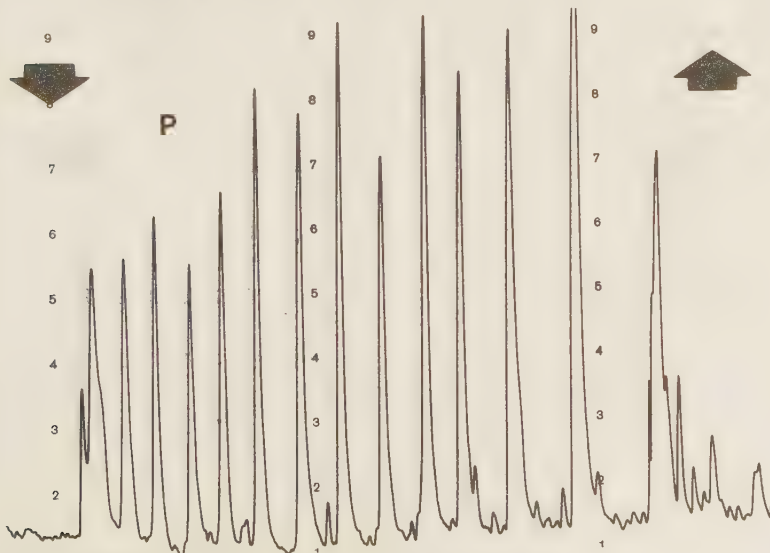


Abb.46: Meßkurve von (P) = Pylorus vor SPV



Abb.47: Meßkurve von (A) = Antrum nach adäquater SPV



Abb.48: Meßkurve von (P) = Pylorus nach adäquater SPV

II. Hund 5b: Dieser Hund verstarb unter der Laparotomie aufgrund eines Pneumothoraxes
 III. Hund 6b:

aa. Ergebnistabelle

	Frequenz über 2 min		$\bar{x}$ Mittelwert d. Amplituden über 2 min		Standard- abweichung		Kraft (pond) von $\bar{x}$	
	P	A	P(cm)	A(cm)	P	A	P/%	A/%
vor SPV	6	7	21,15	11,94	$\pm 3,15$	$\pm 2,81$	99,76 =100%	51,46 =100%
nach adäquater SPV	6	0	3,55	0	$\pm 0,97$	0	16,74 =17%	0 =0%

zu P: 1. Die Frequenz war bei P auch nach adäquater SPV unverändert, 3 Kontraktionen pro Minute; nach adäquater SPV trat eine deutliche Dysrhythmie auf.

2. Nach adäquater SPV ($3,55 \pm 0,97$) zeigte sich ein signifikanter Motilitätsverlust gegenüber vor der SPV ($21,15 \pm 3,15$).

zu A: Vor SPV kam es bei A zu rhythmischen, hohen Ausschlägen. Beginn der Kontraktionswellen an der Corpus-Antrum-Grenze. Nach der adäquaten SPV konnte durch die Stimulation keine Kontraktionswelle ausgelöst werden.

bb. Meßkurven

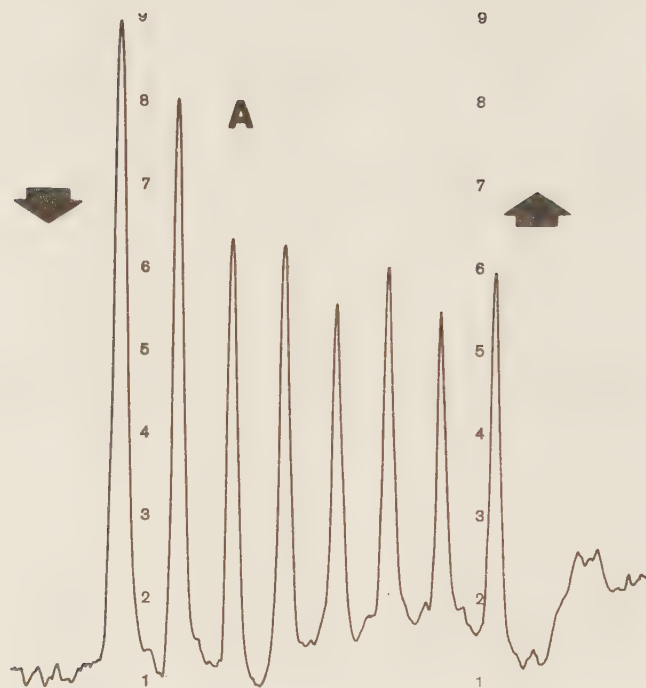


Abb.49: Kurve von (A) = Antrum vor SPV

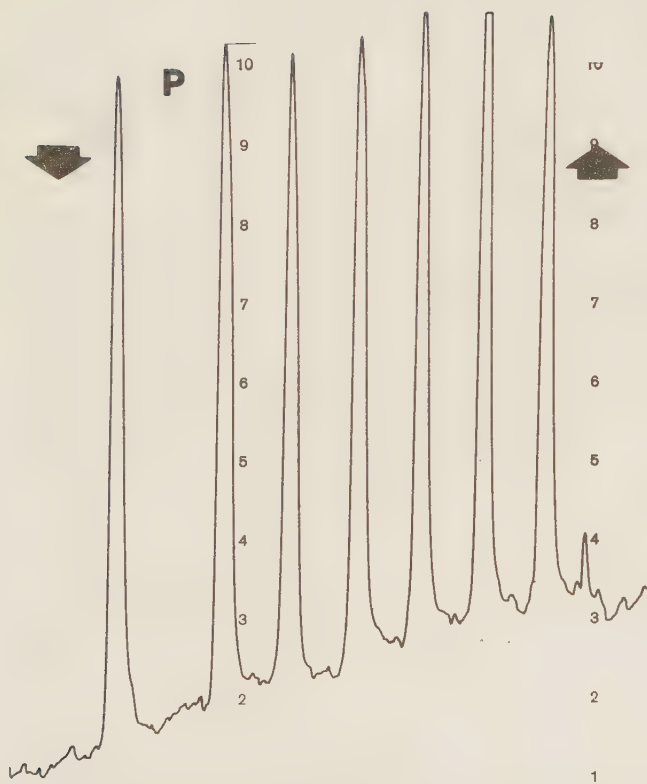


Abb.50: Kurve von (P) = Pylorus vor SPV

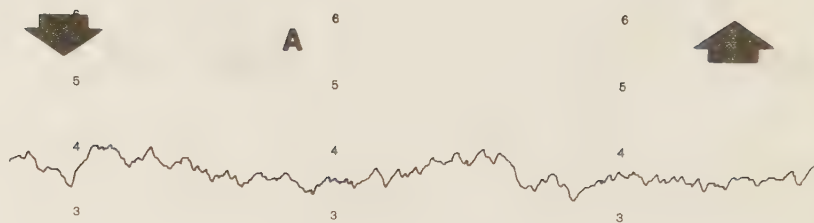


Abb.51: Kurve von (A) = Antrum nach adäquater SPV

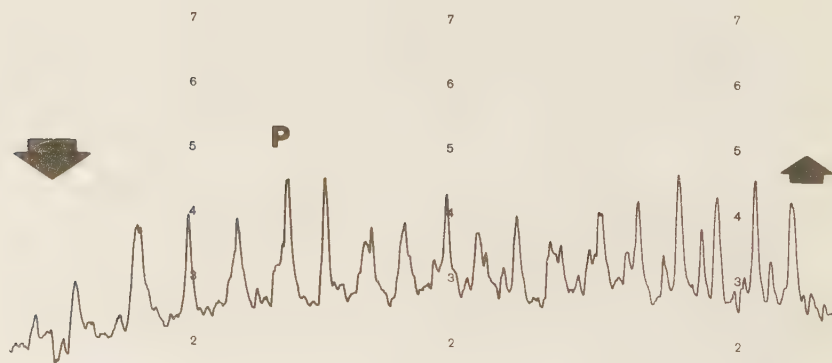


Abb.52: Kurve von (P) = Pylorus nach adäquater SPV

c. Zusammenfassung von Teilergebnissen der Stufen-SPV
(3 Hunde) und Ergebnissen der adäquaten SPV (2 Hunde)

zu (B) und (C)

Auswertungsziel: Vergleich der Ergebnisse vor SPV
mit den Ergebnissen nach adäquater SPV
an 5 Hunden (Nr. 1a, 2a, 3a, 4b u. 6b). Er-
weiterung der Fallzahl von 3 auf 5 Hunde

aa. Ergebnistabelle:

	vor SPV $\bar{x}$ (cm)		nach adäquater SPV $\bar{\bar{x}}$ (cm)	
	P		P	A
Hund 1a	8,33	24,34	3,44	2,82
Hund 2a	10,20	24,52	5,13	2,76
Hund 3a	16,80	13,65	4,28	0
Hund 4b	11,75	13,78	0	0
Hund 6b	21,15	11,94	3,55	0
Summe:	68,23	88,23	16,40	5,58
Gesamt $\bar{x}$	13,64	17,64	3,28	1,11
Standardabweichung	$\pm 5,24$	$\pm 6,23$	$\pm 1,95$	$\pm 1,52$
Kraft (p) von Gesamt- $\bar{x}$	64,33	76,03	15,47	4,78
%	100%	100%	24%	6%

bb. Statistische Auswertung von (P) = Pylorus:
(Vergleich von Pylorus vor SPV mit Pylorus nach
adäquater SPV)

t-Test für verbundene Stichproben:

t-Wert = 4,287277316

Freiheitsgrade = 4

(Tab.Wert: $T_{0,05/4} = 2,776$; $\longrightarrow$ Signifikanz)

cc. Pylorus-Diagramm

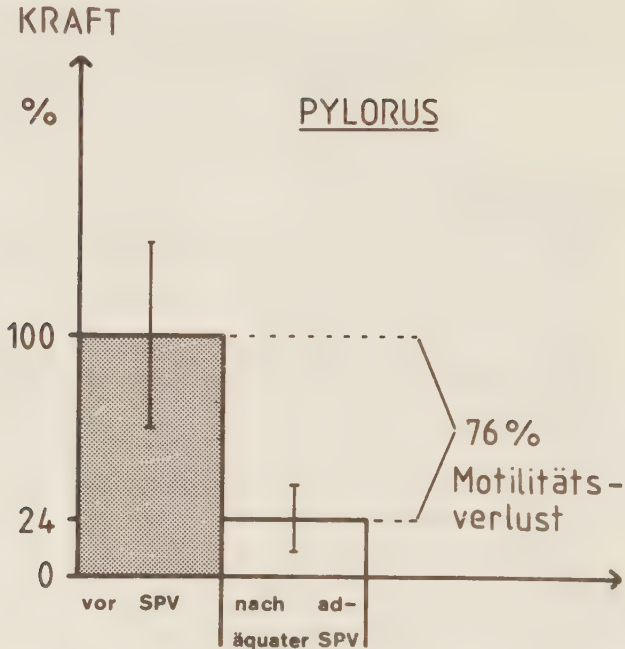


Abb.53: Graphische Darstellung des Pylorus-Motilitätsverlustes durch die adäquate SPV bei 5 Hunden

d.d. Ergebnisse

Bei den Ergebnissen des Pylorus nach adäquater SPV ($3,28 \pm 1,95$ cm) zeigt sich ein signifikanter Motilitätsverlust im Vergleich mit den Ausgangsergebnissen vor SPV ($13,64 \pm 5,24$ cm).

76% der Kontraktionskraft des Pylorus gehen durch die adäquate SPV verloren.

ee. Statistische Auswertung von (A) = Antrum
(Vergleich von Antrum vor SPV mit Antrum
nach adäquater SPV)

t-Test für verbundene Stichproben:

t-Wert = 7,829142532; Freiheitsgrade = 4;

Tab. Wert: $T_{0,01/4} = 4,604 \longrightarrow$ hochsignifikant

ff. Antrum-Diagramm

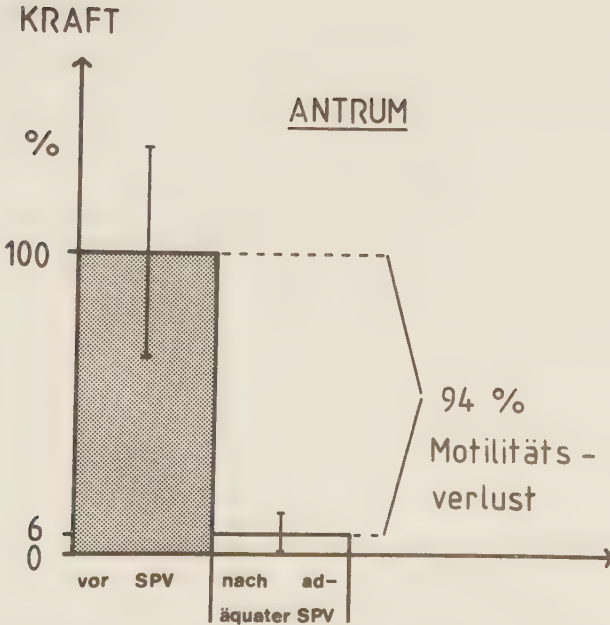


Abb.54: Graphische Darstellung des Antrum-Motilitätsverlustes durch die adäquate SPV bei 5 Hunden

gg. Ergebnisse

Bei den Ergebnissen des Antrums nach adäquater SPV ($1,11 \pm 1,52$ cm) zeigt sich ein hochsignifikanter Motilitätsverlust im Vergleich mit den Ausgangsergebnissen vor SPV ($17,64 \pm 6,23$ cm). 94% der Kontraktionskraft des Antrums gehen durch die adäquate SPV verloren.

Beim generellen Vergleich zwischen Antrum und Pylorus zeigt sich, daß bei der adäquaten SPV bei A mit 94% mehr Kontraktionskraft verloren geht, als bei P mit nur 76%.

2. Ergebnisse der chronischen Versuche

- a. Ergebnistabellen
- b. Meßkurven
- c. Diagramme
- d. statistische Auswertung
- e. quantitative Auswertung

Ergebnisse: Wie bei den akuten Versuchen erhielten wir bei C = Corpus und G = Grenzgebiet keine meßbaren Ausschläge, wir beschränkten uns somit auf die Auswertung von P = Pylorus und A = Antrum.

a. Ergebnistabelle

1. Gruppe (ohne SPV)

	Frequenz über 2 min		$\bar{x}$ Mittelwert d. Amplituden über 2 min		Standard- abweichung		Kraft (pond) von $\bar{x}$	
	P	A	P	A	P	A	P	A
Hund 1	6	10	27,01	7,54	$\pm 9,49$	$\pm 6,22$	127,40	32,49
Hund 2	8	5	6,35	10,16	$\pm 2,61$	$\pm 3,88$	29,95	43,79
Hund 3	6	7	6,30	12,68	$\pm 1,45$	$\pm 2,82$	29,71	54,67
Hund 4	8	8	15,91	9,15	$\pm 3,93$	$\pm 3,75$	75,04	39,43
Hund 5	8	6	11,75	13,78	$\pm 4,16$	$\pm 4,46$	55,42	59,39
Summe:	36	36	67,32	53,31	-	-	317,52	229,77
Gesamtmittelwert:	7,2	7,2	13,46	10,66	$\pm 8,57$	$\pm 2,55$	63,50 = 100%	45,94 = 100%

a. Ergebnistabelle

2. Gruppe (mit adäquater SPV)

	Frequenz über 2 min		$\bar{x}$ Mittelwert d. Amplituden über 2 min		Standard- abweichung		Kraft (pond) von $\bar{x}$	
	P	A	P	A	P	A	P	A
Hund 1	11	3	3,63	1,06	$\pm 0,89$	$\pm 0,45$	17,15	4,59
Hund 2	9	9	5,13	2,45	$\pm 1,26$	$\pm 1,14$	24,19	10,58
Hund 3	7	0	5,51	0	$\pm 2,47$	+ 0	25,99	0
Hund 4	6	3	3,66	1,70	$\pm 1,24$	$\pm 0,70$	17,26	7,32
Hund 5	6	0	7,66	0	$\pm 3,12$	0	36,13	0
Summe:	39	15	25,59	5,22	-	-	120,72	22,49
Gesamtmittelwert:	7,8	3	5,12	1,04	$\pm 1,65$	$\pm 1,04$	24,14 = 37,9%	4,48 = 9,75%

a. Ergebnistabelle

3. Gruppe (Kontrollgruppe)

	Frequenz über 2 min		$\bar{x}$ Mittelwert d. Amplituden über 2 min		Standard- abweichung		Kraft (pond) von $\bar{x}$	
	P	A	P	A	P	A	P	A
Hund 1	8	4	13,57	9,05	$\pm 10,54$	$\pm 3,26$	64,00	39,00
Hund 2	4	7	14,17	5,04	$\pm 2,69$	$\pm 0,73$	66,83	21,72
Hund 3	6	7	6,05	5,20	$\pm 0,88$	$\pm 2,01$	28,53	22,41
Hund 4	5	5	4,58	4,64	$\pm 0,91$	$\pm 0,88$	21,60	19,99
Summe:	23	23	38,37	23,93	-	-	180,96	103,12
Gesamtmittelwert:	5,7	5,7	9,59	5,98	$\pm 4,98$	$\pm 2,05$	45,24 = 71,2%	25,78 = 56%

b. Meßkurven

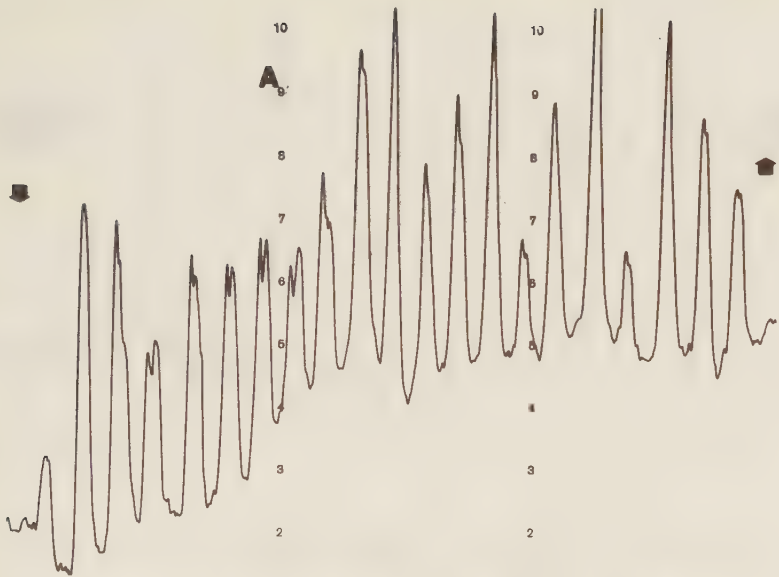


Abb.55: Kurve von (A) = Antrum aus Gruppe 1 (ohne SPV)

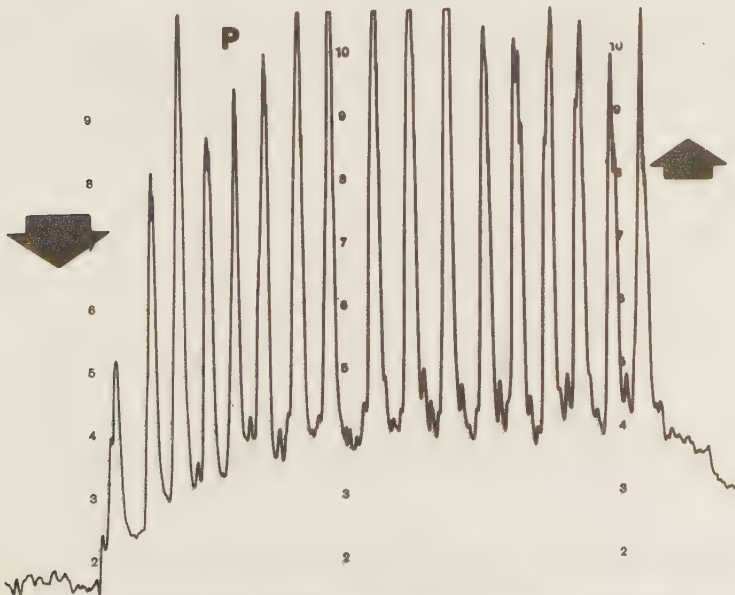


Abb.56: Kurve von (P) = Pylorus aus Gruppe 1 (ohne SPV)

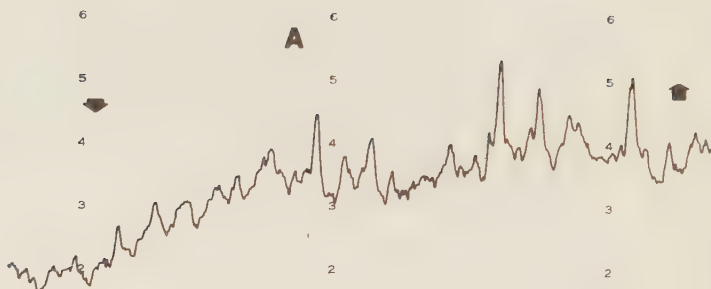


Abb.57: Kurve von (A) = Antrum aus Gruppe 2
(mit adäquater SPV)

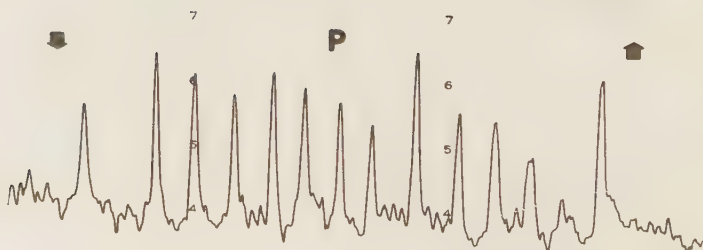


Abb.58: Kurve von (P) = Pylorus aus Gruppe 2
(mit adäquater SPV)

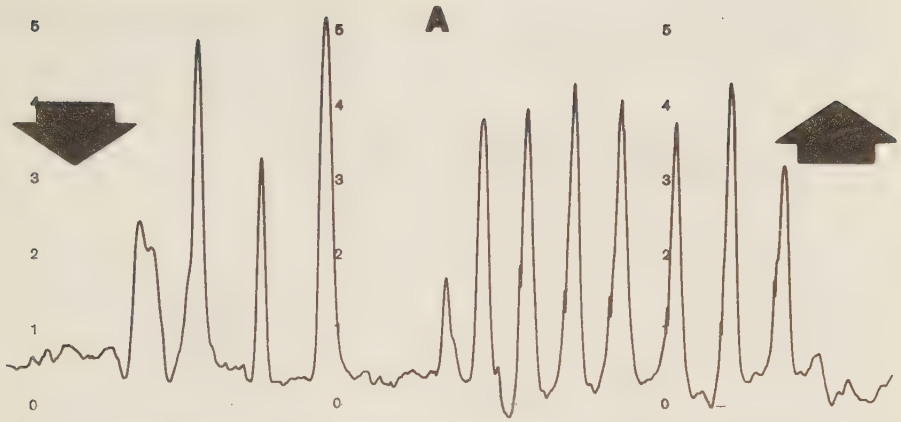


Abb.59: Kurve von (A) = Antrum aus Gruppe 3 (Kontrollgruppe)

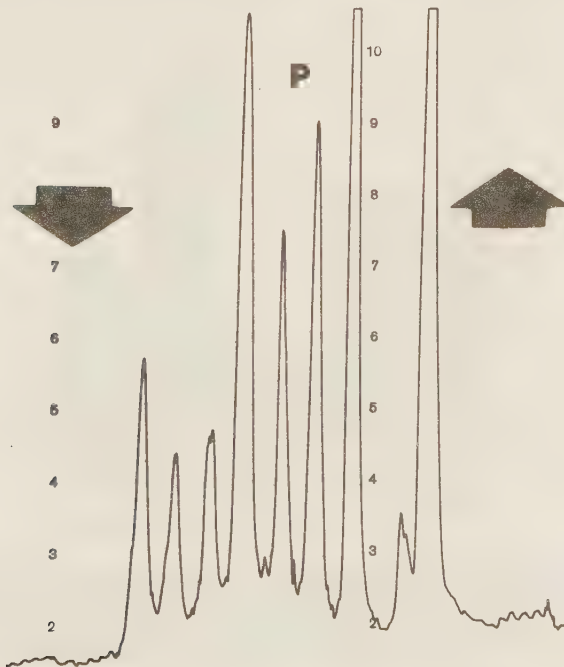


Abb.60: Kurve von (P) = Pylorus aus Gruppe 3 (Kontrollgruppe)

c. Diagramme

aa. Pylorus-Diagramm

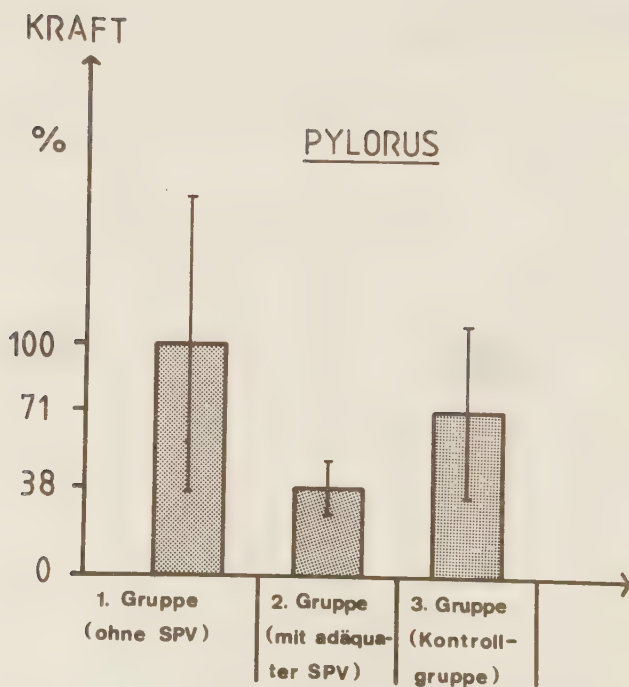


Abb.61: Graphische Darstellung des Pylorus-Motilitätsunterschiedes zwischen dem Normalkollektiv (Gruppe 1) und den vagotomierten (Gruppe 2) bzw. den scheinvagotomierten Hunden (Gruppe 3).

bb. Antrum-Diagramm

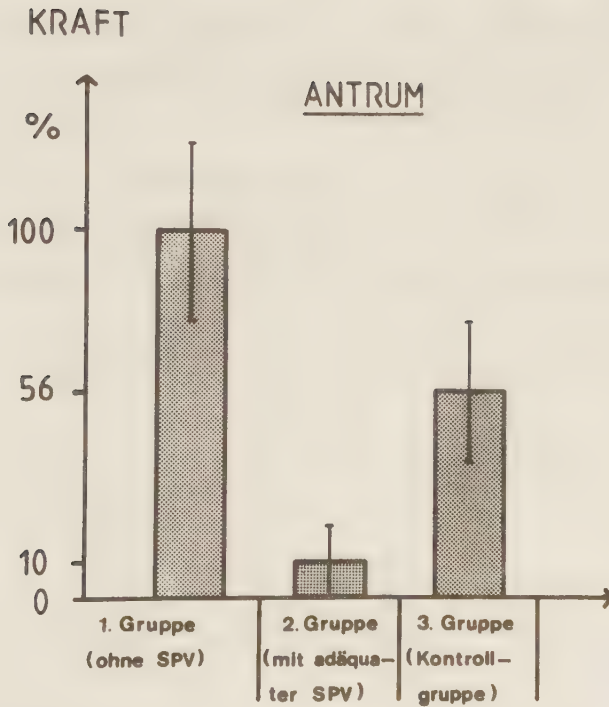


Abb.62: Graphische Darstellung des Antrum-Motilitätsunterschiedes zwischen dem Normalkollektiv (Gruppe 1) und den vagotomierten Hunden (Gruppe 2) und den scheinvagotomierten Hunden (Gruppe 3).

d. Statistische Auswertung

aa. einfache Varianzanalyse für (P) = Pylorus

$F = 2,5229 \longrightarrow$ keine Signifikanz

bb. einfache Varianzanalyse für (A) = Antrum

$F = 29,3121 \longrightarrow$ Signifikanz

cc. Gruppenvergleich von (A) = Antrum (Scheffe-Test):

I. Gruppe 2 (mit SPV) versus Gruppe 3 (Schein-
vagotomie)

$F = 106,9536 \longrightarrow$ Signifikanz

II. Gruppe 1 (ohne SPV) versus Gruppe 3 (Schein-
vagotomie)

$F = 96,0383 \longrightarrow$ Signifikanz

III. Gruppe 1 (ohne SPV) versus Gruppe 2 (mit SPV)

$F = 456,4013 \longrightarrow$ Signifikanz

e. Quantitative Auswertung

aa. Pylorusmotilitätsunterschiede der 3 Gruppen

1. Der Unterschied zwischen der 1. Gruppe (ohne SPV) ($13,46 \pm 8,57$ cm) $\hat{=}$ 100% und der 2. Gruppe (mit SPV) ($5,11 \pm 1,65$ cm) $\hat{=}$ 37,9%;
in Prozenten ausgedrückt: 62,1% Unterschied.
2. Der Unterschied zwischen der 1. Gruppe (ohne SPV) ($13,46 \pm 8,57$ cm) $\hat{=}$ 100% und der 3. Gruppe (mit Scheinvagotomie) ($9,59 \pm 4,98$ cm) $\hat{=}$ 71,2%;
in Prozenten ausgedrückt: 28,8% Unterschied.
3. Der Unterschied zwischen der 3. Gruppe (mit Scheinvagotomie) ($9,59 \pm 4,98$ cm) $\hat{=}$ 71,2% und der 2. Gruppe (mit SPV) ($5,11 \pm 1,65$ cm) $\hat{=}$ 37,9%;
in Prozenten ausgedrückt: 33,3% Unterschied.
4. Beginn der Peristaltik an der Corpus-Antrumgrenze;
bei G und C keine meßbaren Ausschläge.
5. Der zweite, neben der Amplitude ausgewertete Parameter, die Frequenz, zeigte bei den drei untersuchten Gruppen folgende Unterschiede:
 1. Gruppe: Frequenz $\approx 3,6$ /min
 2. Gruppe: Frequenz $\approx 3,9$ /min m. deutlicher Arrhythmie
 3. Gruppe: Frequenz $\approx 2,9$ /min

bb. Antrummotilitätsunterschiede der 3 Gruppen

1. Der Unterschied zwischen der 1. Gruppe (ohne SPV)
($10,66 \pm 2,55$ cm) $\hat{=}$ 100% und der 2. Gruppe (mit SPV)
($1,04 \pm 1,04$ cm) $\hat{=}$ 9,75%;
in Prozenten ausgedrückt: 90,2 % Unterschied.
2. Der Unterschied zwischen der 1. Gruppe (ohne SPV)
($10,66 \pm 2,55$ cm) $\hat{=}$ 100% und der 3. Gruppe (mit
Scheinvagotomie) ($5,98 \pm 2,05$) $\hat{=}$ 56%;
in Prozenten ausgedrückt: 44 % Unterschied.
3. Der Unterschied zwischen der 3. Gruppe (mit Schein-
vagotomie) ($5,98 \pm 2,05$ cm) $\hat{=}$ 56% und der 2. Gruppe
(mitSPV) ($1,04 \pm 1,04$ cm) $\hat{=}$ 9,75%;
in Prozenten ausgedrückt: 46,2% Unterschied.
4. Beginn der Peristaltik an der Corpus-Antrumgrenze;
bei G und C keine meßbaren Ausschläge.
5. Der zweite, neben der Amplitude ausgewertete Para-
meter, die Frequenz, zeigte bei den 3 untersuchten
Gruppen folgende Unterschiede:
 1. Gruppe: Frequenz $\hat{=}$ 3,6/min
 2. Gruppe: Frequenz $\hat{=}$ 1,5/min m. deutlicher Arrhythmie
 3. Gruppe: Frequenz $\hat{=}$ 2,8/min

Bei der Einzelbetrachtung der Meßwerte innerhalb der

2. Gruppe ist bemerkenswert, daß bei 2 Hunden am Antrum
(Hund Nr.3 u. Nr.5) trotz Stimulation keine Kontraktion
registrierbar war (s.S.83, Tab.: Frequenz u. Amplituden-
werte = Null). Wahrscheinlich wurde bei beiden Hunden zu
ausgedehnt nach caudal vagotomiert.

VI. DISKUSSION

Einleitung

Es ist eine Erfahrung der Klinikärzte, daß als Nebenwirkung der Vagotomie eine verzögerte Magenentleerung bis hin zur Stase und Magenektasie auftreten kann. Auffallend ist, daß das Vorkommen und die Intensität dieser Nebenwirkungen mit der jeweils unterschiedlich nach distal ausgedehnten Skelettierung der kleinen Magen-curvatur korrelieren. Oder mit anderen Worten, je radikaler nach caudal die Vagotomie durchgeführt wird, im Extremfall Skelettierung der Curvatura minor von der Cardia bis zum Pylorus, um so stärkere Nebenwirkungen treten in bezug auf die Magenmotilität auf. Über diese qualitativen Wirkungen der SPV gibt es eine Vielzahl von Berichten und Untersuchungen. Diese qualitativen Folgen der SPV auch quantitativ zu dokumentieren, ist die Zielsetzung dieser Arbeit.

Zu den Ergebnissen der akuten Versuche

Unter den Bedingungen der direkten Elektrostimulation des Nervus vagus setzten bei sämtlichen Versuchen (akute und chronische Versuche) die Schnürwellen im Bereich des proximalen Antrums ein. Meßbare Ausschläge erhielten wir nur vom DMS P und DMS A, cranial davon über die DMS G und C

ließen sich keine Kontraktionen registrieren. Dies deckt sich auch mit den Beobachtungen bei der Halsvagusstimulation vor dem Aufnähen der DMS A und G (s.S.28). Außerdem stehen diese Erkenntnisse im Einklang mit einer weiteren Beobachtung: Bei der peripheren Elektro-Stimulations-Analgesie (ESA) (18) kommt es während der elektrischen Durchflutung der Körperoberfläche zu isolierten, maximalen Kontraktionen des Antrums und des Pyloruskanals. Der gesamte proximal von der Antrum-Corpusgrenze gelegene Magen zeigt keine Kontraktionen. Diese Befunde sprechen dafür, daß unter der Bedingung eines äußeren elektrischen Reizes das Antrum den Ausgangspunkt der Magenperistaltik darstellt und die Antruminnervation vornehmlich der Motorik dient.

Ob wir die Einzelergebnisse von Hund 1a, 2a, 3a (s.S.33 bis 66), die Zusammenfassung dieser drei Versuche (s.S. 67 bis 69) oder die Versuche mit der alleinigen adäquaten SPV (s.S. 70 bis 76) betrachten, eine Erkenntnis ist deutlich ersichtlich, je caudaler in Richtung Pylorus vagotomiert wird, um so größer ist der Kontraktionskraftverlust. Diese Aussage trifft sowohl auf das Antrum als auch auf den Pylorus zu, nur daß beim generellen Vergleich zwischen Antrum und Pylorus bei jedem Vagotomieschritt das Antrum prozentual mehr an Kontraktionskraft verliert, als der Pylorus. So zeigt sich in der Zusammenschau der drei oben erwähnten Hunde (s.S. 69), daß durch die inadäquate SPV

am Antrum 60%, am Pylorus jedoch nur 22% an Kontraktionskraft verloren geht. Vagotomiert man nun bis zu den caudalen distalen Grenzästen weiter, also zur adäquaten SPV, so hat man am Antrum insgesamt 91%, am Pylorus nur 64 % eingebüßt.

Nimmt man aus den drei obigen Versuchen (Hund 1a, 2a, 3a) jeweils die Ergebnisse vor SPV und nach adäquater SPV heraus und ergänzt sie mit zwei weiteren Versuchen zur adäquaten SPV (s.S. 70-76) und wertet diese fünf Versuche statistisch und rechnerisch aus, so kommt man zu folgenden Ergebnissen (s.S. 77-79):

- a. Bei der statistischen Auswertung der Antrumergebnisse vor SPV und nach adäquater SPV an 5 Hunden zeigt sich ein hochsignifikanter Unterschied. Rechnerisch geht am Antrum durch die adäquate SPV 94% an Kontraktionskraft verloren (oben, bei nur 3 Hunden waren es 91%).
- b. Bei der statistischen Auswertung der Pylorusergebnisse vor SPV und nach adäquater SPV an 5 Hunden zeigt sich ein signifikanter Unterschied. Rechnerisch geht am Pylorus durch die adäquate SPV 76% an Kontraktionskraft verloren (oben, bei nur 3 Hunden waren es 64%).

Durchtrennt man als letzten Schritt auch noch die distalen Grenzäste (2') und (3), so kommt es in sämtlichen Ableitungen bei allen Versuchen (akute und chronische Ver-

suche) zu keinen meßbaren Ausschlägen und damit zu keiner Schnürwelle mehr, was die Beobachtung des Magens am offenen Abdomen ebenso bestätigt. Der Magen ist somit zu keiner sichtbaren und meßbaren aktiven Motorik mehr in der Lage. Die Bedeutung des Nervus antralis für die Motorik kann wohl nicht deutlicher dargestellt werden als durch die stufenweise Durchtrennung der Antruminnervation bis zum völligen Erliegen der stimulierten Magenkontraktionen.

Verlust an Kontraktionskraft in %:

	<u>Antrum</u>		<u>Pylorus</u>	
	3 Hunde	erweitert auf 5 Hunde	3 Hunde	erweitert auf 5 Hunde
vor SPV	0 %	0 %	0 %	0 %
nach inadäquater SPV	60 %	0 %	22 %	0 %
nach adäquater SPV	91 %	94 %	64 %	76 %
nach Durchtrennung von (2') und (3)	100 %	100 %	100 %	100 %

Daß die Kontraktionskraft am Pylorus länger erhalten bleibt als am Antrum, ist wohl durch die banale Tatsache zu erklären, daß von cranial nach caudal skelettisiert wird und nicht umgekehrt. Es wäre sicher eine Untersuchung wert, zuerst den ventro-caudalen distalen Grenzast zu durchtrennen und dann die Kontraktionsfähigkeit bei Pylorus und Antrum zu messen. Dies würde dann evtl. die weitere Frage nach der Bedeutung der hepatopylorischen Anastomosen für die Motilität des Pylorus beantworten. Denn auch diese hepatopylorischen Anastomosen sind eine denkbare Erklärung für die Tatsache, daß die Kontraktionsfähigkeit am Pylorus länger erhalten bleibt als am Antrum.

Zum Verhalten der Frequenz ist zu bemerken, daß sich die Angaben von CARLSON und LIND (8) über die Magenkontraktionsfrequenz beim Hund, nämlich 4-5 Kontraktionen pro Minute, mit unseren Ergebnissen decken. Vor SPV konnten wir eine durchschnittliche Frequenz der Kontraktionswellen am Antrum von 3-4,5/min und am Pylorus von 3-5/min registrieren. Diese Übereinstimmung der Ergebnisse ist um so bemerkenswerter, da sie unter verschiedenen Versuchsbedingungen erzielt wurde. Retrospektiv ist dazu zu sagen, daß wir mit unseren Reizbedingungen in einem physiologischen Bereich liegen.

Nach der SPV gleich welchen Ausmaßes kam es zu einer leichten Abnahme der Frequenz am Pylorus auf 3-4/min und am Antrum auf 2,5-4/min. Nur ein Ergebnis am Pylorus fiel aus der Reihe, da die Frequenz von 3,5/min auf 5,5/min nach SPV zunahm. Außerdem ließ sich bei der Mehrzahl der Ergebnisse nach Vagotomie, gleich ob am Antrum oder am Pylorus, eine leichte Arrhythmie feststellen. Daraus folgt, daß es anschließend an die SPV fast immer zu einer leichten Frequenzabnahme kommt und zu einer nicht immer auftretenden Arrhythmie kommen kann.

Zur Bedeutung der Grenzäste:

Bei der gemeinsamen Auswertung der Motilitätsänderungen der Versuche 1a, 2a, 3a (s.S.67-69) im Hinblick auf die Grenzäste, ergibt sich folgendes Bild:

- a. Die Durchtrennung des Grenzastes (2) bringt bei P einen Motilitätsverlust von 42%, bei A einen von 31% mit sich.
- b. Die Durchtrennung der Grenzäste (2') und (3) bringt bei P einen Motilitätsverlust von 36%, bei A einen von 9% mit sich.

Daraus folgt, daß die Ligatur der Grenzäste jeweils einen starken Kontraktionskraftverlust mit sich bringt. Durch die Durchtrennung von Grenzast (2) verliert man sowohl bei A als auch bei P ca. $\frac{1}{3}$ an Motilität. Bei der Durch-

trennung der distalen Grenzäste (2') und (3) verliert man bei A ca. $1/10$ und bei P wiederum ca. $1/3$ der Kontraktionskraft. An der großen Bedeutung der Grenzäste für die Motilität besteht kein Zweifel. Die Grenzäste sind also nicht nur optische Markierungspunkte für den Chirurgen bei der SPV, er muß auch die großen Folgen der Durchtrennung der Grenzäste für die Motilität bedenken.

Trotz allem muß man sich stets vor Augen halten, daß bei einer Skelettierung bis zum proximalen caudalen Grenzast bei A bereits $60\% = \text{ca. } 2/3$ und bei P bereits $22\% = \text{ca. } 2/10$ an Motilität verloren wurden.

Betrachtet man die Motilität des Antrums für sich, so kommt man bei der Summation der Kontraktionskraftverluste fast auf 100% (knapp $2/3$ durch die inadäquate SPV und knapp $1/3$ durch die adäquate SPV). Das heißt, man erkauft sich durch die adäquate SPV einen fast 100% igen Motilitätsverlust des Antrums. Wohingegen die Kontraktionskraft des Pylorus, trotz adäquater SPV, immerhin zu ca. $1/3$ erhalten bleibt.

Zu den Versuchsbedingungen:

Die Tauglichkeit der DMS und der Vagusstimulation als eine experimentelle Methode zur Magenmotilitätsmessung

wurde bereits durch HUBER (19) geprüft und bestätigt. Der Wert dieser tierexperimentellen Methode zeigte sich unter anderem in seiner nach Standardisierung der Versuchsbedingungen ausgezeichneten Reproduzierbarkeit.

Ein großer Nachteil war es, daß nur ein Einkanalschreiber zur Verfügung stand. Dies führte dazu, daß wir sämtliche Messungen nacheinander vornehmen mußten, was wiederum zu einer Abhängigkeit der einzelnen Messungen untereinander führte. Außerdem verursachte dies bei den akuten Versuchen eine relativ lange Versuchsdauer. Diese lange Versuchsdauer, zusammen mit den Operations- und Narkosebedingungen üben einen vielleicht hemmenden Einfluß auf die Magenmotilität und damit auf die akuten Versuchsergebnisse aus. Diese Überlegungen führten u.a. zu der Versuchsreihe der chronischen Versuche.

Zu den chronischen Versuchen:

Der akute Versuch läßt die Frage offen, ob der nachweisliche Motilitätsverlust durch die SPV eine alleinige Folge der partiellen Denervierung der kleinen Magen-curvatur ist, oder ob nicht die Laparotomie mit ihren postoperativen Folgen sowie die mechanische Irritation der Baueingeweide ebenfalls einen negativen Einfluß auf die Motilität ausüben. Außerdem ist bei den akuten

Versuchen einzuwenden, daß die lange Versuchsdauer auch einen motilitätsmindernden Einfluß haben kann.

Zum andern ist auch durch die akuten Versuche nichts ausgesagt über den weiteren zeitlichen Verlauf der SPV-Folgen. Ist die Kontraktionskraft einige Zeit, z.B. 4 Wochen nach SPV, immer noch im selben Ausmaß vermindert, oder hat sich die Motilität, aus welchen Gründen auch immer, weiter verringert oder gänzlich erholt?

Um auch diesen Fragen nachzugehen, entschlossen wir uns zu den chronischen Versuchen, wobei wir, wie oben beschrieben (s.S.31-32) 15 Hunde in 3 Gruppen einteilten. Beim Vergleich der drei Gruppen untereinander ergibt sich folgendes:

- a. 4 Wochen nach der adäquaten SPV wurde gegenüber dem Normalkollektiv ein Motilitätsverlust
- am Pylorus von 62,1 % und
 - am Antrum von 90,2 % ermittelt.

Hält man diesen Ergebnissen die Ergebnisse aus dem akuten Versuch nach adäquater SPV entgegen (s.S.95 u. 96), nämlich den Motilitätsverlust

- am Pylorus von 76 % und
- am Antrum von 94 %,

so sind die Ergebnisse besonders am Antrum fast identisch zu nennen. Auch 4 Wochen nach der SPV sind

keine wesentlichen Kontraktionskraftänderungen eingetreten. Was bleibt, ist die Frage, ob dies alles nur eine Folge der Vagotomie ist?

- b. Dazu der Vergleich zwischen den Scheinvagotomierten und dem Normalkollektiv. Dabei finden wir einen Motilitätsverlust

am Pylorus von 28,8, % und
am Antrum von 44,0 %.

Als Erklärung dieses Motilitätsverlustes der scheinvagotomierten Hunde sowohl am Pylorus als auch am Antrum, ist der Einfluß der Laparotomie, der mechanischen Irritation des gesamten Abdomens und der Narkose anzunehmen.

Das bedeutet, daß bei der Gruppe der vagotomierten Hunde am Pylorus 33,3% und am Antrum 46,2 % des Motilitätsverlustes alleine auf die adäquate SPV zurückzuführen sind, wohingegen am Pylorus 28,8% und am Antrum 44% der Kontraktionskrafteinbuße Folge der Operations- und Narkosebedingungen sind.

Das Verhalten der Frequenz bei den chronischen Versuchen ist analog der Frequenz der akuten Versuche. Nur daß die Arrhythmie, durch die SPV verursacht, ausgeprägter auftritt und es am Pylorus durch die SPV zu einer leichten Frequenzzunahme kommt.

In der Zusammenschau der Versuche ist die Arrhythmie in den verschiedensten Schweregraden eine sichere Folge der SPV. Bei der Frage nach Frequenzzu- oder -abnahme überwiegt zwar das Vorkommen der Frequenzabnahme, aber in vereinzelten Fällen kommt es auch zu einer Steigerung der Frequenz.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde an Bastardhunden in akuten und chronischen Versuchen vor und nach selektiv proximaler Vagotomie unter elektrischer Stimulation des Halsvagus die Magenmotilitätsänderung quantitativ gemessen. Die Motilitätsmessungen wurden mit Hilfe von Dehnungsmeßstreifen, die auf das Magen-Corpus, das Antrum und den Pylorus aufgenäht wurden, dokumentiert. Bei den akuten Versuchen wurden die Vagotomien in Form von Stufenvagotomien bzw. adäquaten SPVs durchgeführt. Wohingegen bei den chronischen Versuchen 3 Gruppen zu jeweils 5 Hunden gebildet wurden. Die erste Gruppe erhielt keine SPV, die zweite Gruppe eine adäquate SPV und die dritte Gruppe eine Scheinvagotomie.

Bei allen Versuchen erhielten wir nur vom DMS-Pylorus und vom DMS-Antrum meßbare Ausschläge. Auch sichtbar setzten die Schnürwellen erst im Bereich des proximalen Antrums ein.

Zu den akuten Versuchen:

Bei 5 Hunden betrug der Verlust an Kontraktionskraft nach adäquater SPV am Antrum 94%; die statistische Auswertung erbrachte einen hochsignifikanten Unterschied. Bei den gleichen 5 Hunden betrug der Verlust an Kontraktionskraft nach adäquater SPV am Pylorus 76%; die statistische Auswertung erbrachte einen signifikanten Unterschied.

Die Frequenz der Kontraktionswellen vor SPV betrug am Antrum 3-4,5/min und am Pylorus 3-5/min. Nach der SPV kam es zu einer leichten Abnahme der Frequenz am Antrum auf 2,5-4/min, am Pylorus jedoch zu einem Anstieg auf 5,5/min. Deutlich war eine leichte Arrhythmie.

Zur Bedeutung der Grenzäste:

Durch die Durchtrennung von Grenzast (2) verliert man sowohl am Antrum als auch am Pylorus ca. $\frac{1}{3}$ an Motilität. Bei der Durchtrennung der distalen Grenzäste (2') und (3) verliert man am Antrum ca. $\frac{1}{10}$ und am Pylorus wiederum ca. $\frac{1}{3}$ an Kontraktionskraft.

Zu den chronischen Versuchen:

Der Vergleich der 3 Gruppen untereinander erbrachte folgendes Ergebnis:

4 Wochen nach adäquater SPV betrug der Motilitätsverlust am Pylorus 62,1% und am Antrum 90,2%; dieser Motilitätsverlust teilt sich folgendermaßen auf: bei der Gruppe der vagotomierten Hunde ist am Pylorus 33,3% und am Antrum 46,2% des Motilitätsverlustes alleine auf die adäquate SPV zurückzuführen, wohingegen am Pylorus 28,8% und am Antrum 44% der Kontraktionskrafteinbuße Folge der Operations- und Narkosebedingungen sind.

Das Verhalten der Frequenz ist bei den chronischen Versuchen in etwa analog der Frequenz der akuten Versuche.

VIII. LITERATURHINWEISE

1. Bass, P., Code, C.F., Lambert, E.H.:
Electric activity of gastroduodenal junction.
Am.J.Physiol. 201, 587-592 (1961)
2. Bernard, C.:
Lecons sur la physiologie du système nerveux.
Baillière, Paris (1858)
3. Brodie, B.:
Experiments and observations on the influence of
the nerves of the eighth pair and the secretion
of the stomach.
Phil.Tr.Roy.Soc., London, Part I, 102 (1814)
4. Brückner, W.L.:
Gastric secretion and motility after highly
selective sympathectomy. In: Vagotomy, Latest
Advances. Ed.: Holle, F., Andersson, S., p.89,
Springer, Berlin-Heidelberg-New York (1974)
5. Burge, H.:
Vagotomy. Williams & Wilkins, Baltimore (1964)
6. Cannon, W.B., Lieb, C.W.:
The receptive relaxation of the stomach.
Am.J.Physiol. 29, 267-273 (1911)
7. Carlson, A.J.:
The Control of Hunger in Health and Disease.
Chicago: Univ.of Chicago Press, p. 319 (1916)
8. Carlson, H.C., Code, C.F., Nelson, R.A.:
Motor action of the canine gastro-duodenal
junction. A cineradiographic, pressure and
electric study.
Am.J.Digest Diseases, 11, 155-172 (1966)

9. Code,C.F.:
Alimentary Canal Motility.
In: Handbook of Physiol., Am.Physiol.Soc.,
Washington, IV, p.1903-1916 (1968)
10. Daniel,E.E., Chapman,K.M.:
Electrical activity of the gastro intestinal tract
as an indication of mechanical activity.
Am.J. Digest Diseases, 8, 54-102 (1963)
11. Demling,L.:
Motorik, Handbuch der Inneren Medizin "Magen",
Bd.3/2, 98-134, Springer, Berlin-Heidelberg-New York
(1974)
12. Dragstedt,L.R., Owens,F.M.:
Supradiaphragmatic section of the vagus nerves in
the treatment of duodenal ulcer.
Proc.Soc.Exp.Biol.Med., 53, 152-154 (1943)
13. Garrett,J.M., Summerskill,H., Code,C.F.:
Antral motility in patients with gastric ulcer.
Am.J.Digest Diseases, 11, 780-789 (1966)
14. Griffith,C.A., Harkins,H.N.:
Selective gastric vagotomy-physiologic basis
and technique.
Surg.Clin.N.Amer., 42, 1431-1434 (1962)
15. Heltzel,W., Okukubo,F., Brückner,W.L.:
Gastric motility after selective proximal vagotomy
and Pyloroplasty. V. World Congr.Coll.Int.Chir.
Digest, Sao Paulo (1978)
16. Hightower,N.C., Code,C.F.:
The quantitative analysis of antral gastric
motility records in normal human beings, with a
study of the effect of neostigmine.
Proc.Staff Meetings Mayo Clinic, 25, 697-704 (1950)

17. Holle,F.:
Effect of Proximal Gastric Resection (Fundectomy) on Gastric Secretion and Motility. In: Vagotomy, Latest Advances. Ed. by F.Holle and S.Andersson, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 65-67 (1974)
18. Holle,F., Doenicke,A., Loeweneck,H., Bauer,H.:
Die nichtresezierende Chirurgie des Gastroduodenal-ulcus. In: Münch.med.Wschr. 118, 767-792 (1976)
19. Huber,A.:
Methode zur quantitativen Bestimmung der Magenmotilität mittels DMS. Tierexperimentelle Untersuchungen bei elektr. Vagusstimulation am Hund. Inaugural-Diss., Med.Fak. Univ.München (1977)
20. Kramer,K., Domagk,G.F.:
Ernährung und Verdauung.
Bd.8, 82-90, Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore (1977)
21. Loeweneck,H., Lüdinghausen,M., Mempel,W.:
Die vagale Mageninnervation.
Münch.med.Wschr. 109, 1754-1762 (1967)
22. Lind,J.F., Duthie,H.L., Schlegel,J.F., Code,C.F.:
Motility of the gastric fundus.
Am.J.Physiol. 201, 197-202 (1961)
23. Miller,M.E., Evans,E.H.:
Anatomy of the dog.
W.B.Saunders Company, Philadelphia, 630-685 (1964)
24. Okukubo,F., Brückner,W.L.:
Quantitative study of gastric emptying by means of ultrasonics, preliminary report.
Vortrag 4th World Congress of the Collegium international Chirurgiae Digestivae, Davos (1977)
25. Rinecker,H.:
Methodik und Ergebnisse quantitativer Untersuchungen der Darmmotilität im chron. Tierexperiment.
Inaugural-Diss., Med.Fak.Univ.München (1967)

IV. Lebenslauf

- 10.8.1946 als Sohn des DB-Vorhandwerkers Hermann Schuppe und seiner Ehefrau Magdalena, geb. Fischer, in München geboren.
- 1952 Eintritt in die Volksschule an der Werdenfelsstraße in München.
- 1959-1962 Übertritt in die Wirtschaftsaufbauschule an der Ridlerstraße in München und Abschluß mit der Mittleren Reife.
- 1962-1965 Groß- und Außenhandelslehre in der Südfrüchteimportfirma Josef Landgraf in München mit Abschluß vor der Industrie- und Handelskammer.
- 1965-1968 Kaufmännischer Angestellter in meiner Lehrfirma.
- 1968 Eintritt in das Münchenkolleg.
- 1970 Reifeprüfung.
- WS 1970/71 Immatrikulation an der Universität München zum Studium der Humanmedizin.
- 1977 Staatsexamen.
- 15.10.1977 bis 14. 4.1978 Medizinalassistent an der Chirurgischen Poliklinik der Universität München, 8 München 2, Pettenkoferstr.8a.
1. 5.1978 bis 31. 7.1978 Medizinalassistent an der I. UFK, 8 München 2, Maistraße.
- 1.10.1978 bis 31. 1.1979 Medizinalassistent an der Internistischen Privatklinik Dr. Schindlbeck, Herrsching.
21. 2.1979 Approbation.
- seit 15.2.79 Assistenzarzt an der Chirurgischen Poliklinik der Universität München, 8 München 2, Pettenkoferstr.8a.

Bei Herrn Prof.Dr.F.Holle bedanke ich mich für die Überlassung des Arbeitsplatzes und die großzügige Bereitstellung der Mittel für die Versuchshunde und die Geräte.

Meinem Doktorvater, Herrn Prof.Dr.W.Brückner, danke ich für die Überlassung des Themas und für die hilfreichen Anregungen bei der Abfassung dieser Arbeit.

Herrn Dr.F.Okukubo und Herrn Dr.W.Heltzel danke ich für die Hilfe bei den Operationen und die freundliche Beratung bei der Durchführung dieser Arbeit.

Herrn K. Wildgruber und seiner "Emma" danke ich für die stets freundliche Unterstützung bei unseren Arbeiten in Pellheim.

